



# Sources & étalons de radioactivité

Catalogue (FR)

SPE.COM.20.057  
REV 02



Laboratoire  
d'Etalons d'Activité



orano

Donnons toute sa valeur au nucléaire



# À propos du Groupe Orano

Opérateur international reconnu dans le domaine des matières nucléaires, Orano apporte des solutions aux défis actuels et futurs, dans l'énergie et la santé.

Son expertise ainsi que sa maîtrise des technologies de pointe permettent à Orano de proposer à ses clients des produits et services à forte valeur ajoutée sur l'ensemble du cycle du combustible.

Grâce à leurs compétences, leur exigence en matière de sûreté et de sécurité et leur recherche constante d'innovation, l'ensemble des 16 500 collaborateurs du groupe s'engage pour développer des savoir-faire de transformation et de maîtrise des matières nucléaires, pour le climat, pour la santé et pour un monde économe en ressources, aujourd'hui et demain.

## Nos valeurs



**Satisfaction client**



**Respect et développement des personnes**



**Exemplarité, intégrité, responsabilité**



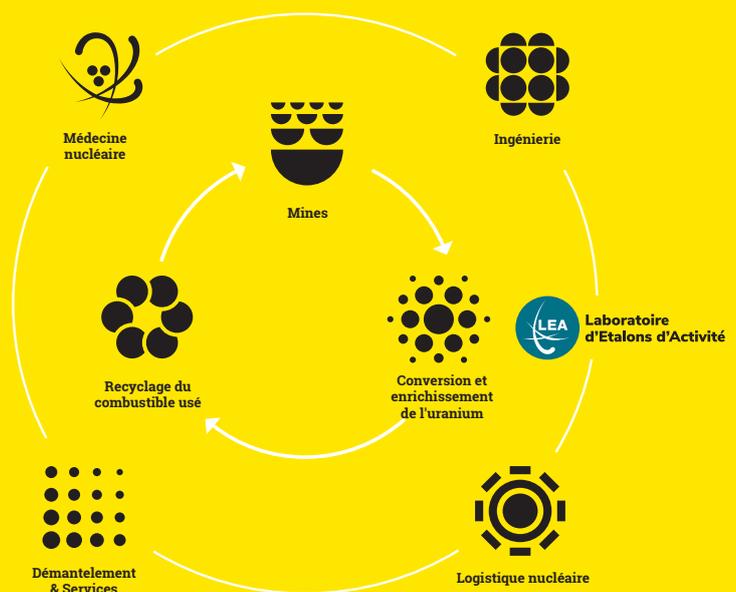
**Amélioration continue**



**Cohésion et esprit d'équipe**

## Le LEA au sein d'Orano

Filiale à 100% d'Orano depuis 2017, le LEA (Laboratoire d'Étalons d'Activité) est établi depuis 1999 au cœur de la plateforme industrielle du Tricastin, dans le Sud de la France, où sont réalisées les opérations de chimie de l'Uranium (fluoration, défluoration, dénitruration) et d'enrichissement (centrifugation) pour le parc nucléaire français et les clients nucléaires internationaux.





# À propos du LEA

## (Laboratoire d'Étalons d'Activité)

### **Notre raison d'être : valoriser les isotopes radioactifs pour protéger des vies**

Né au CEA puis transféré au Tricastin à la fin des années 1990, le LEA fabrique et distribue des sources radioactives pour le contrôle et l'étalonnage d'équipements de radiodiagnostic médical, de radioprotection et de métrologie.

Accrédité COFRAC\* Étalonnage dans le domaine des rayonnements ionisants, le LEA produit une large gamme de sources étalon, scellées et non scellées, et distribue des sources étrangères de multiples partenaires pour apporter les solutions les plus pertinentes à ses clients.

De plus, grâce à son ancrage dans la filière industrielle nucléaire française, le LEA a développé des compétences et services autour de sources de haute activité (fourniture et reprises de sources pour irradiateurs, radiographie, sources neutron primaires pour le démarrage des réacteurs nucléaires...).

Ainsi, en valorisant des isotopes radioactifs sur des applications de pointe, de façon sûre et responsable sur tout le cycle de vie des sources, le LEA s'inscrit pleinement dans la mission du groupe Orano.

### **Ce qui nous différencie : Technicité et Réactivité**

Les femmes et les hommes du LEA ont à cœur de se différencier par une qualité de service et une réactivité adaptées aux besoins de ses clients, utilisateurs et distributeurs.

Le LEA peut ainsi rapidement développer des sources sur-mesure (activité, matrice ou géométrie spécifiques) ou identifier les filières d'approvisionnement optimales. Pour cela, le LEA s'appuie sur son expérience (plusieurs dizaines de milliers de sources produites et fournies en France et à l'étranger depuis 20 ans), un réseau international de partenaires, et des ressources humaines et techniques propres renforcées par celles d'Orano.

**L'objectif de ce catalogue est de vous apporter des informations claires et utiles sur les sources et solutions que nous pouvons vous apporter. Rien ne remplacera toutefois la richesse de l'échange, contactez-nous : [contact@lea-sources.com](mailto:contact@lea-sources.com)**

\*portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.



# Sources

## Sources

### 8 Sources solides $\alpha$ et $\beta$

12 Sources  $\alpha$  ponctuelles EAS

14 Sources  $\beta$  ponctuelles EBS

16 Sources  $\alpha$  et  $\beta$  étalées ESA

22 Sources  $\alpha$  et  $\beta$  sur mesure

### 26 Sources solides X et $\gamma$

30 Sources  $\gamma$  ponctuelles EGS

34 Sources  $\gamma$  capsules EGSK

36 Sources X ponctuelles EXS

37 Sources  $\gamma$  en matrice végétale EGE

38 Sources  $\gamma$  en matrice résine EGR

42 Sources  $\gamma$  en cartouche de charbon actif EDC

44 Sources  $\gamma$  en filtre papier ESB

46 Sources solides X et  $\gamma$  sur mesure

### 54 Sources liquides

### 62 Sources gaz

### 66 Sources médicales

69 Galettes

70 Stylos marqueur

71 Sources pour activimètres

72 Sources ponctuelles Sources pour équipements de radioprotection

### 73 Autres sources

74 Sources étalon sur mesure

78 Sources de fabricants tiers

## Accessoires & services

### 82 Accessoires

Emballages de transport type A

Coffret pour source  $\beta$  ou  $\gamma$

Valises

Pots de plomb

Coffre pour stockage de sources

Protections biologiques spécifiques

### 83 Porte-source

Pincés

Casse ampoules

### 84 Centreurs

Flacon Marinelli ou SG

Conteneurs métalliques gaz

### 85 Projets clefs-en-main pour des sources de haute activité

### 86 Services

Reprise des sources

Entreposage de sources

### 87 Étalonnage et caractérisation de sources

Pesées de précision

Formation

## Annexes

### 90 Comment passer commande ?

### 91 Réglementation applicable

### 92 Qualité et traçabilité

### 93 Certificat d'étalonnage

### 94 Tolérances de fabrication Durée de vie des sources

### 95 Informations techniques

Incertitudes

Unités

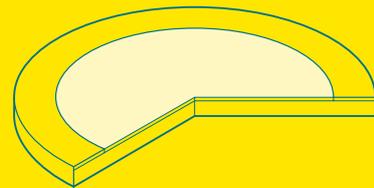
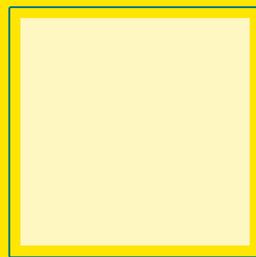
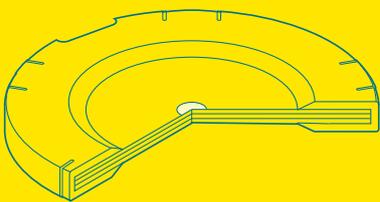
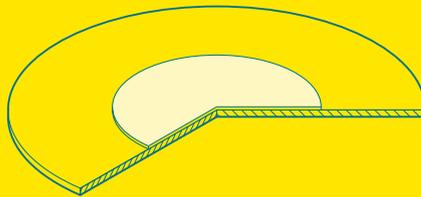
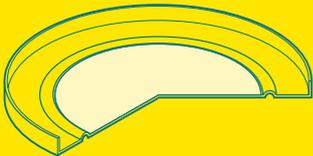
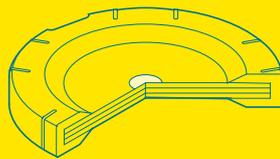
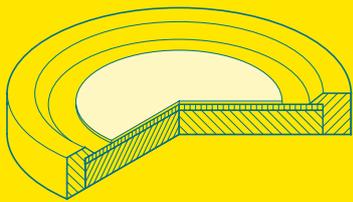
Source étalon

Pureté radioactive

### 98 Données nucléaires



# Sources solides $\alpha$ et $\beta$



# Applications clés

## Les sources $\alpha$ et $\beta$ sont principalement utilisées en :

- **Laboratoires** (mesures environnementales, suivi procédés...) : étalonnages et vérifications métrologiques de spectromètres alpha utilisant des détecteurs semi-conducteurs type PIPS (Passivated Implanted Planar Silicon).
- **Radioprotection** : étalonnages, contrôles de bon fonctionnement et vérifications périodiques des matériels de mesure de contamination atmosphérique ou surfacique : balises d'ambiance, sondes alpha bêta, contaminamètres, contrôleurs main-pied, contrôleurs corps entier...
- **Formation et enseignement** : choix du type de sonde de radioprotection adaptée au rayonnement, validation par l'expérience du libre parcours moyen des particules chargées dans l'air.
- **Sécurité** : vérification de bon fonctionnement (sources externes), correction automatique en temps réel du gain électronique des spectromètres (sources embarquées).

### Laboratoires



### Radioprotection



### Formation et enseignement



### Sécurité



- 1 LB SERIES © MIRION Technologies
- 2 WPC-1050 © ORTEC
- 3 HANDFOOT-FIBRE™ XLMED © MIRION Technologies
- 4 ARGOS © MIRION Technologies
- 5 BAB © BERTIN Technologies
- 6 Contaminamètre/ polyradimeters © BERTIN Technologies
- 7 Contrôle de non contamination © LEA
- 8 SpiR-Id © MIRION Technologies
- 9 IdentiFINDER R440 © FLIR Systems



## Précautions de manipulation

Réglementairement, les sources alpha et bêta sont considérées comme des sources scellées de classification ISO2919 supérieure ou égale à C11111.

Des précautions doivent néanmoins être prises pour que la surface active ne rentre en contact avec aucune autre matière. Le LEA conseille de porter des gants et de manipuler ces sources par l'intermédiaire de pinces afin d'éviter de déposer une pellicule de gras qui dégraderait le signal émergent et risquerait de contaminer l'utilisateur.

Pour la même raison, il est conseillé d'entreposer ces sources dans leur emballage d'origine, à l'abri de la poussière et plus globalement à l'abri de l'air ambiant. Il est aussi déconseillé de nettoyer ces sources et d'effectuer les contrôles de non contamination sur la face active, pour ne pas risquer d'endommager et d'arracher une partie de la surface active.

En respectant ces précautions d'utilisation, la durée d'utilisation recommandée de nos sources alpha et bêta est de 10 ans.

# Sources $\alpha$ ponctuelles EAS

## Informations techniques

Les sources alpha ponctuelles (EAS) se présentent sous la forme d'un disque en acier inoxydable, présenté avec un anneau d'aluminium (supports type A et B) ou sans anneau (supports type C et D), au centre duquel sont déposés les radionucléides par électrodéposition permettant d'en garantir le scellement

Les caractéristiques radiologiques des sources sont mesurées par l'intermédiaire d'une chambre à grille raccordée.

## Gamme de fabrication

Références catalogue	Sur demande
<b>Diamètre actif</b>	
15 mm	De 5 à 75 mm
<b>Diamètre extérieur</b>	
25 mm	De 9 à 90 mm
30 mm	
38 mm	
<b>Activité</b>	
0.3 kBq	De 0.01 à 8 kBq
0.8 kBq	
3 kBq	
<b>Radionucléide</b>	
233U, 238Pu, 239Pu, 241Am, 244Cm	-

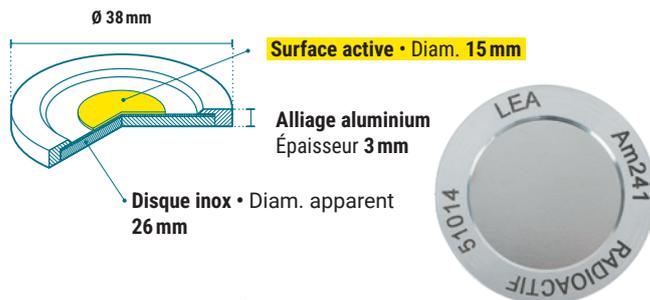
## Géométries standard

### Type A



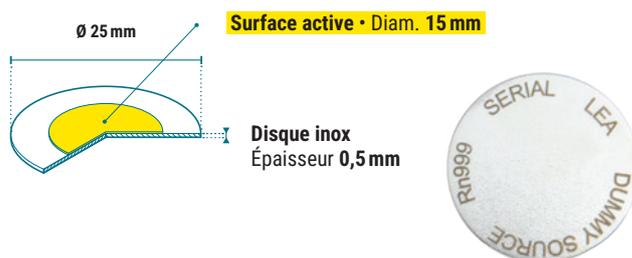
La distance entre l'actif et la hauteur de l'anneau est de 0,8 mm

### Type B

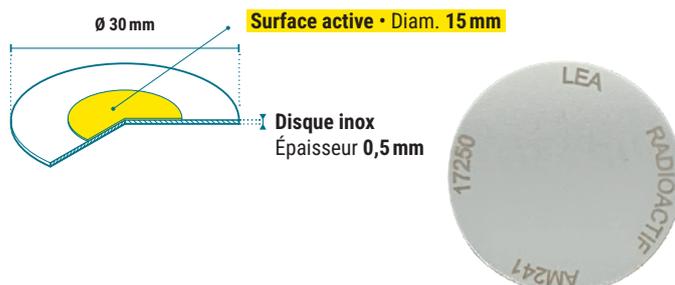


La distance entre l'actif et la hauteur de l'anneau est de 0,8 mm

### Type C



### Type D



Radionucléide	Flux alpha 2π sr		Incertitude de mesure à k=2	Activité équivalente	Référence
	Sous accréditation COFRAC*				
Mélange <sup>(1)</sup> • Mix <sup>(1)</sup> 239Pu, 241Am, 244Cm	400	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	0.8 kBq	9ML04 EAS [Type] 25
241Am	150	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	0.3 kBq	AM241 EAS [Type] 20
	1 500	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	3 kBq	AM241 EAS [Type] 30
244Cm	150	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	0.3 kBq	CM244 EAS [Type] 20
	1 500	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	3 kBq	CM244 EAS [Type] 30
238Pu	150	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	0.3 kBq	PU238 EAS [Type] 20
	1 500	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	3 kBq	PU238 EAS [Type] 30
239Pu <sup>(1)</sup>	150	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	0.3 kBq	PU239 EAS [Type] 20
	1 500	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	3 kBq	PU239 EAS [Type] 30
233U <sup>(1)</sup>	150	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	0.3 kBq	U233 EAS [Type] 20
241Am	150	α.s <sup>-1</sup>	≤ 1.5%	0.3 kBq	Am241 EAS ICAM 20

Tolérance de fabrication standard : ± 30%  
Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C11111

1) Source soumise à export control au titre des contrôles des biens à double usage conformément au règlement CE 428/2009 du Conseil du 5 mai 2009 : un certificat d'utilisateur final sera notamment exigé du client.

\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

### Comment composer la référence ?

Remplacez **[Type]** par la lettre **A, B, C ou D** en fonction de la géométrie que vous désirez.  
Par exemple : **U233 EAS C 20**.

# Sources $\beta$ ponctuelles EBS

## Informations techniques

Les radionucléides sont déposés entre 2 feuilles de polyester d'épaisseur environ 75  $\mu\text{m}$  thermocollées. Un dépôt d'or sous vide est réalisé sur chaque face de la source, afin d'optimiser le rendement de mesure. L'ensemble est monté dans un anneau en acier.

Les caractéristiques radiologiques des sources sont mesurées par l'intermédiaire d'un compteur proportionnel à circulation de gaz raccordée.

## Gamme de fabrication

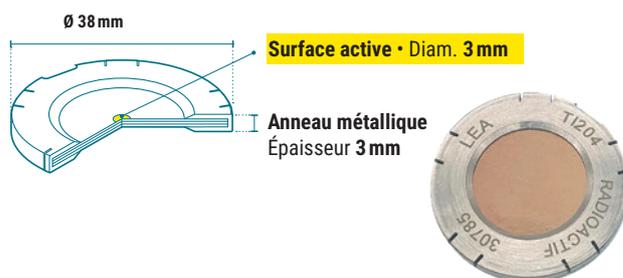
Références catalogue	Sur demande
<b>Diamètre actif</b>	
3 mm	De 3 à 30 mm
30 mm	
<b>Diamètre extérieur</b>	
25 mm	De 25 à 60 mm
38 mm	
50 mm	
<b>Activité</b>	
0.08 kBq	De 0.05 à 4 kBq
3 kBq	
<b>Radionucléide</b>	
22Na, 36Cl, 60Co, 90Sr/90Y, 137Cs/137mBa, 147Pm, 134Cs, 89Sr, 99Tc	32P, 35S, 204Tl, 99Tc

## Géométries standard

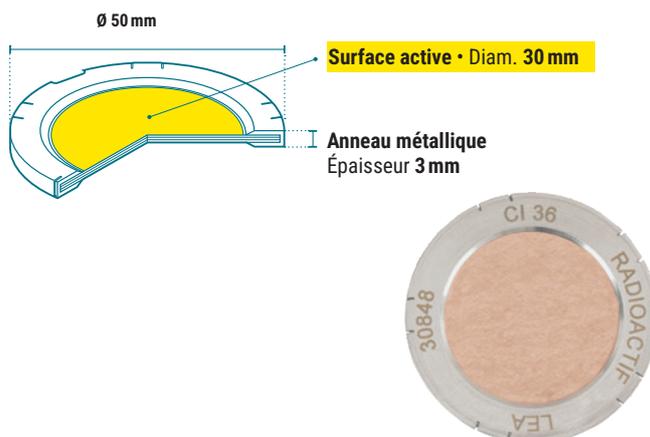
### Type A



### Type B



### Type C



Radionucléide	Incertitude de mesure à k=2			Activité équivalente	Référence
	Flux bêta 4 $\pi$ sr				
	Sous accréditation COFRAC*				
$^{36}\text{Cl}$	80	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	0.08 kBq	CL36 EBS [Type] 20
	3 000	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	3 kBq	CL36 EBS [Type] 30
$^{60}\text{Co}$	80	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	0.08 kBq	CO60 EBS [Type] 20
	3 000	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	3 kBq	CO60 EBS [Type] 30
$^{134}\text{Cs}$	80	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	0.08 kBq	CS134 EBS [Type] 20
	3 000	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	3 kBq	CS134 EBS [Type] 30
$^{137}\text{Cs}$	80	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	0.08 kBq	CS137 EBS [Type] 20
	3 000	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	3 kBq	CS137 EBS [Type] 30
$^{22}\text{Na}$	80	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	0.08 kBq	NA22 EBS [Type] 20
	3 000	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	3 kBq	NA22 EBS [Type] 30
$^{147}\text{Pm}$	80	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	0.08 kBq	PM147 EBS [Type] 20
	3 000	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	3 kBq	PM147 EBS [Type] 30
$^{89}\text{Sr}$	80	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	0.08 kBq	SR89 EBS [Type] 20
	3 000	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	3 kBq	SR89 EBS [Type] 30
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	80	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	0.08 kBq	SR90 EBS [Type] 20
	3 000	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	3 kBq	SR90 EBS [Type] 30
$^{204}\text{Tl}$	80	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	0.08 kBq	TL204 EBS [Type] 20
	3 000	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	3 kBq	TL204 EBS [Type] 30
Tc99	80	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	0.08 kBq	Tc99 EBS [Type] 20
	3 000	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 1.5\%$	3 kBq	Tc99 EBS [Type] 30

Tolérance de fabrication standard :  $\pm 30\%$   
 Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C11111

\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

### Comment composer la référence ?

Remplacez **[Type]** par la lettre **A, B ou C** en fonction de la géométrie que vous désirez. Par exemple : **TL204 EBS A 30**.

## Coffrets

Les sources EBS A et EBS B sont aussi disponibles en coffret. Les radionucléides fournis sont le  $^{147}\text{Pm}$ , le  $^{134}\text{Cs}$ , le  $^{137}\text{Cs}$ , le  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ , le  $^{204}\text{Tl}$  et le  $^{22}\text{Na}$ , d'activité 80 Bq ou 3 000 Bq. D'autres panachages de sources EBS sont possibles sur demande.



# Sources $\alpha$ et $\beta$ étalées ESA

## Disques

### Informations techniques

Les radionucléides sont déposés sur un substrat (surface anodisée) en aluminium d'épaisseur 0,3 mm, fixé sur un support en inox d'épaisseur 2,6 mm assurant la rigidité de l'ensemble.

Les caractéristiques radiologiques des sources sont mesurées par l'intermédiaire d'un compteur  $2\pi$  sr proportionnel absolu raccordé pour la mesure de flux émergent.



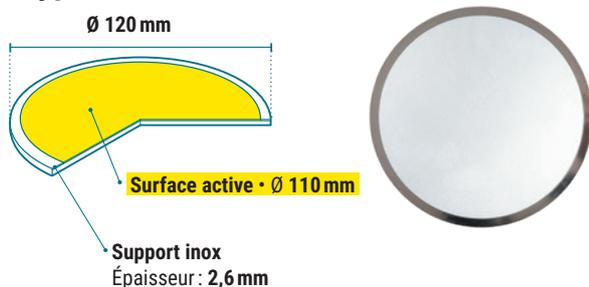
Il est rappelé que la taille d'une source étalon doit être adaptée à la taille du détecteur à contrôler ou calibrer: **les sources étalées ne doivent pas être utilisées pour contrôler des détecteurs de taille significativement différente de celle de la source étalon.** Le LEA n'apporte aucune garantie de résultats pour un autre usage que celui recommandé.

### Gamme de fabrication

	Références catalogue	Sur demande
<b>Diamètre actif</b>		
$\alpha$ & $\beta$	15 mm	De 15 à 160 mm
	36 mm	
	44 mm	
	110 mm	
<b>Diamètre extérieur</b>		
$\alpha$ & $\beta$	30 mm	De 20 à 170 mm
	47 mm	
	50 mm	
	120 mm	
<b>Activité</b>		
$\alpha$	0.4 kBq	De 0.1 à 2 kBq
$\beta$	4 kBq	De 0.5 à 8 kBq
<b>Radionucléide</b>		
$\alpha$	$^{238}\text{Pu}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Am}$	$^{233}\text{U}$
$\beta$	$^{14}\text{C}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{147}\text{Pm}$	$^{32}\text{P}$ , $^{35}\text{S}$ , $^{89}\text{Sr}$ , $^{99}\text{Tc}$

## Géométries standard

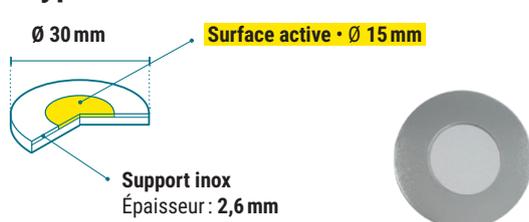
## Type K



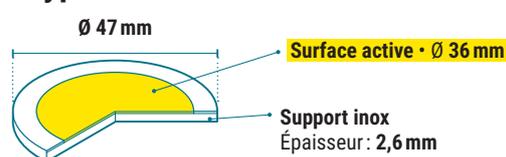
## Type L



## Type M



## Type N



Radionucléide		Flux alpha $2\pi$ sr	Flux bêta $2\pi$ sr	Incertitude de mesure à $k=2$	Activité équivalente	Référence
Sous accréditation COFRAC*						
$\alpha$	$^{241}\text{Am}$	200	$\alpha \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	0.4 kBq	AM241 ESA [Type] 20
	$^{238}\text{Pu}$	200	$\alpha \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	0.4 kBq	PU238 ESA [Type] 20
	$^{239}\text{Pu}^{(1)}$	200	$\alpha \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	0.4 kBq	PU239 ESA [Type] 20
$\beta$	$^{14}\text{C}$	1 500	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	C14 ESA [Type] 20
	$^{60}\text{Co}$	1 900	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	CO60 ESA [Type] 20
	$^{137}\text{Cs}$	2 400	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	CS137 ESA [Type] 20
	$^{147}\text{Pm}$	1 900	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	PM147 ESA [Type] 20
	$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	2 500	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	SR90 ESA [Type] 20
	$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	2 500	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	SR90 ESA ICAM 20

Tolérance de fabrication standard :  $\pm 30\%$   
Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C11111

1) Source soumise à export control au titre des contrôles des biens à double usage conformément au règlement CE 428/2009 du Conseil du 5 mai 2009 : un certificat d'utilisateur final sera notamment exigé du client.

\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

## Comment composer la référence ?

Remplacez [Type] par la lettre **K, L, M ou N** en fonction de la géométrie que vous désirez.  
Par exemple : **SR90 ESA K 20**.

# Sources $\alpha$ et $\beta$ étalées ESA

## Couppelles

### Informations techniques

Les radionucléides sont déposés sur un substrat (surface anodisée) en aluminium d'épaisseur 0,3 mm, fixé sur un support en inox d'épaisseur 2,6 mm assurant la rigidité de l'ensemble.

Les caractéristiques radiologiques des sources sont mesurées par l'intermédiaire d'un compteur  $2\pi$  sr proportionnel absolu raccordé pour la mesure de flux émergent.



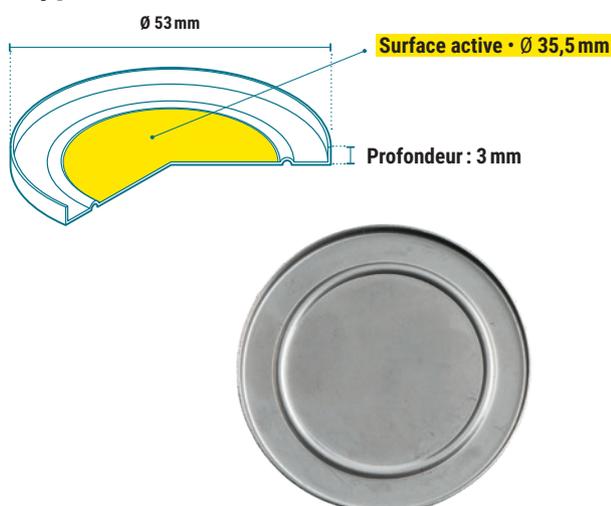
Il est rappelé que la taille d'une source étalon doit être adaptée à la taille du détecteur à contrôler ou calibrer: **les sources étalées ne doivent pas être utilisées pour contrôler des détecteurs de taille significativement différente de celle de la source étalon.** Le LEA n'apporte aucune garantie de résultats pour un autre usage que celui recommandé.

### Gamme de fabrication

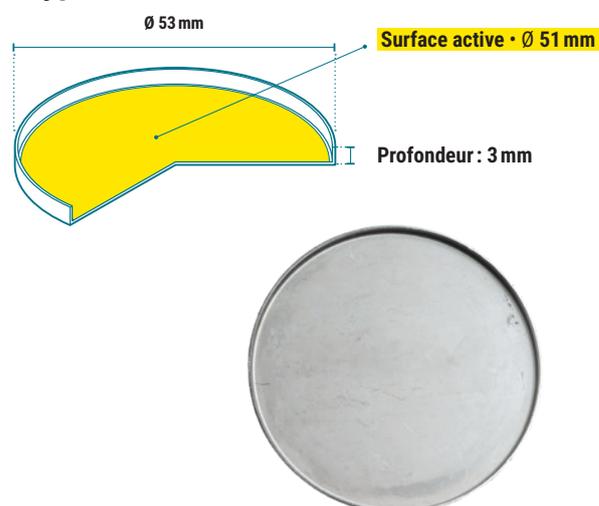
	Références catalogue	Sur demande
<b>Diamètre actif</b>		
$\alpha$	35,5 mm	De 15 à 160 mm
$\alpha$ & $\beta$	51 mm	
<b>Diamètre extérieur</b>		
$\alpha$ & $\beta$	53 mm	De 20 à 170 mm
<b>Activité</b>		
$\alpha$	0.4 kBq	De 0.1 à 2 kBq
$\beta$	4 kBq	De 0.5 à 8 kBq
<b>Radionucléide</b>		
$\alpha$	$^{238}\text{Pu}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Am}$	$^{233}\text{U}$
$\beta$	$^{14}\text{C}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{147}\text{Pm}$	$^{32}\text{P}$ , $^{35}\text{S}$ , $^{89}\text{Sr}$ , $^{99}\text{Tc}$

## Géométries standard

## Type I



## Type J



Radionucléide	Flux alpha 2 $\pi$ sr Flux bêta 2 $\pi$ sr		Incertitude de mesure à k=2	Activité équivalente	Référence
	Sous accréditation COFRAC*				
$\alpha$	$^{241}\text{Am}$	200 $\alpha \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	0.4 kBq	AM241 ESA [Type] 20
	$^{238}\text{Pu}$	200 $\alpha \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	0.4 kBq	PU238 ESA [Type] 20
	$^{239}\text{Pu}^{(1)}$	200 $\alpha \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	0.4 kBq	PU239 ESA [Type] 20
$\beta$	$^{14}\text{C}$	1 500 $\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	C14 ESA [Type] 20
	$^{60}\text{Co}$	1 900 $\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	CO60 ESA [Type] 20
	$^{137}\text{Cs}$	2 400 $\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	CS137 ESA [Type] 20
	$^{147}\text{Pm}$	1 900 $\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	PM147 ESA [Type] 20
	$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	2 500 $\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	SR90 ESA [Type] 20

Tolérance de fabrication standard :  $\pm 30\%$   
Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C11111

1) Source soumise à export control au titre des contrôles des biens à double usage conformément au règlement CE 428/2009 du Conseil du 5 mai 2009 : un certificat d'utilisateur final sera notamment exigé du client.

\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

## Comment composer la référence ?

Remplacez **[Type]** par la lettre **I** ou **J** en fonction de la géométrie que vous désirez. Par exemple : **SR90 ESA J 20**.

# Sources $\alpha$ et $\beta$ étalées ESA

## Rectangulaires et Carrées

### Informations techniques

Les radionucléides sont déposés sur un substrat (surface anodisée) en aluminium d'épaisseur 0,3 mm, fixé sur un support en inox d'épaisseur 3 mm assurant la rigidité de l'ensemble.

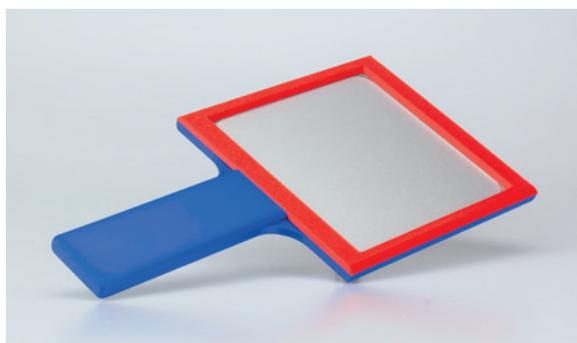
Les caractéristiques radiologiques des sources sont mesurées par l'intermédiaire d'un compteur  $2\pi$  sr proportionnel absolu raccordé pour la mesure de flux émergent.



Il est rappelé que la taille d'une source étalon doit être adaptée à la taille du détecteur à contrôler ou calibrer: **les sources étalées ne doivent pas être utilisées pour contrôler des détecteurs de taille significativement différente de celle de la source étalon.** Le LEA n'apporte aucune garantie de résultats pour un autre usage que celui recommandé.

### Gamme de fabrication

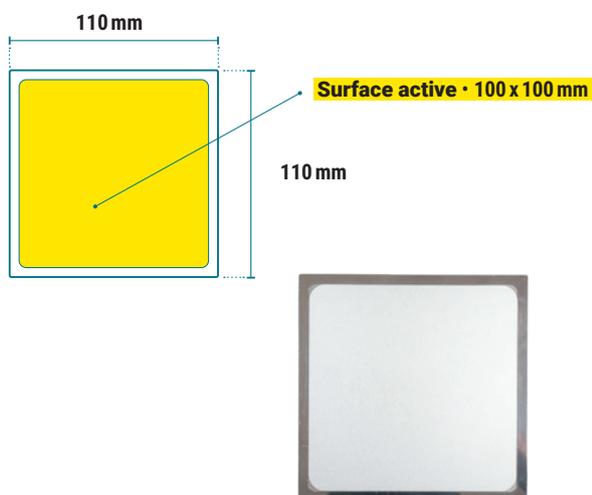
	Références catalogue	Sur demande
<b>Dimensions actives</b>		
$\alpha$ & $\beta$	100 x 100 mm	De 20 x 20 mm à 150 x 150 mm
	100 x 150 mm	
<b>Dimensions extérieures</b>		
$\alpha$ & $\beta$	110 x 110 mm	De 26 x 26 mm à 170 x 170 mm
	120 x 170 mm	
<b>Activité</b>		
$\alpha$	0.4 kBq	De 0.1 à 2 kBq
$\beta$	4 kBq	De 0.5 à 8 kBq
<b>Radionucléide</b>		
$\alpha$	$^{238}\text{Pu}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Am}$	$^{233}\text{U}$
$\beta$	$^{14}\text{C}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{90}\text{Sr}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{147}\text{Pm}$	$^{32}\text{P}$ , $^{35}\text{S}$ , $^{89}\text{Sr}$ , $^{99}\text{Tc}$



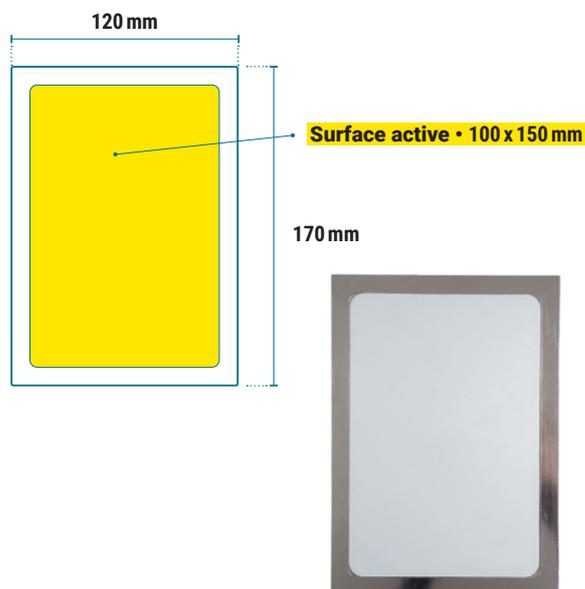
Pour faciliter vos vérifications des contrôleurs mains-pieds, le LEA peut vous fournir des raquettes adaptées à vos sources et votre CMP. La face rouge permet de rapidement identifier la surface active. La présence de rebords empêche les frottements et la dégradation éventuelle de la partie active de la source sur les parois du CMP. La raquette est adaptée à tous les modèles de sources fabriquées par le LEA. Elle peut également s'adapter aux modèles de sources non fabriquées par le LEA.

## Géométries standard

## Type E



## Type F



	Radionucléide	Flux alpha $2\pi$ sr	Flux bêta $2\pi$ sr	Incertitude de mesure à $k=2$	Activité équivalente	Référence
		Sous accréditation COFRAC*				
$\alpha$	$^{241}\text{Am}$	200	$\alpha \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	0.4 kBq	AM241 ESA [Type] 20
	$^{238}\text{Pu}$	200	$\alpha \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	0.4 kBq	PU238 ESA [Type] 20
	$^{239}\text{Pu}^{(1)}$	200	$\alpha \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	0.4 kBq	PU239 ESA [Type] 20
$\beta$	$^{14}\text{C}$	1 500	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	C14 ESA [Type] 20
	$^{60}\text{Co}$	1 900	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	CO60 ESA [Type] 20
	$^{137}\text{Cs}$	2 400	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	CS137 ESA [Type] 20
	$^{147}\text{Pm}$	1 900	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	PM147 ESA [Type] 20
	$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	2 500	$\beta \cdot \text{s}^{-1}$	$\leq 6\%$	4 kBq	SR90 ESA [Type] 20

Tolérance de fabrication standard :  $\pm 30\%$   
 Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C11111

1) Source soumise à export control au titre des contrôles des biens à double usage conformément au règlement CE 428/2009 du Conseil du 5 mai 2009 : un certificat d'utilisateur final sera notamment exigé du client.

\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

## Comment composer la référence ?

Remplacez [Type] par la lettre **E** ou **F** en fonction de la géométrie que vous désirez. Par exemple : **SR90 ESA E 20**.

# Sources $\alpha$ et $\beta$ sur mesure

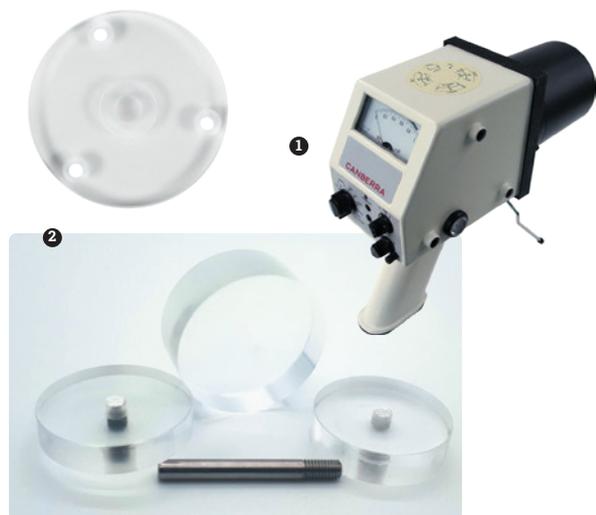
Le LEA peut adapter sur demande l'activité et la géométrie des sources catalogue à un besoin spécifique. **En voici six exemples.**

## #01

### Contrôles spécifiques de Babyline

Pour la réalisation des contrôles des Babyline (Babyline 81™ MIRION Technologies), le LEA propose un kit de sources spécialement adapté à la plage de fonctionnement de ce radiamètre portable.

Le kit est composé de 4 sources de  $^{90}\text{Sr}$ , d'activité 2,5 kBq, 30 kBq, 300 kBq et 3,5 MBq. D'autres radionucléides et d'autres activités sont disponibles sur demande.



1 Babyline 81 © MIRION Technologies  
2 © LEA

## #02

### Auto-calibration de systèmes portatifs

L'utilisation d'une source radioactive est une des méthodes permettant de corriger le gain des électroniques d'acquisition embarquées dans les systèmes portatifs utilisés par les unités d'intervention (pompiers, armée) pour identifier une éventuelle menace radiologique.

La source radioactive est choisie pour générer un signal en dehors de la région d'intérêt.

Pour les détecteurs type NaI, des sources typiquement utilisées sont des sources ponctuelles d' $^{241}\text{Am}$  ou de  $^{137}\text{Cs}$ , d'activité nominale 70 Bq ou 700 Bq, montées à l'intérieur du scintillateur. Le système ajuste le gain électronique pour maintenir la position du pic (généré par les 3 raies alpha de l' $^{241}\text{Am}$  entre 5,4 et 5,5 MeV ou par la raie gamma du  $^{137}\text{Cs}$  à 662 keV).

Le LEA est en mesure de fournir des activités, des tolérances et des incertitudes spécifiques : contactez-nous pour valider la faisabilité de votre projet.



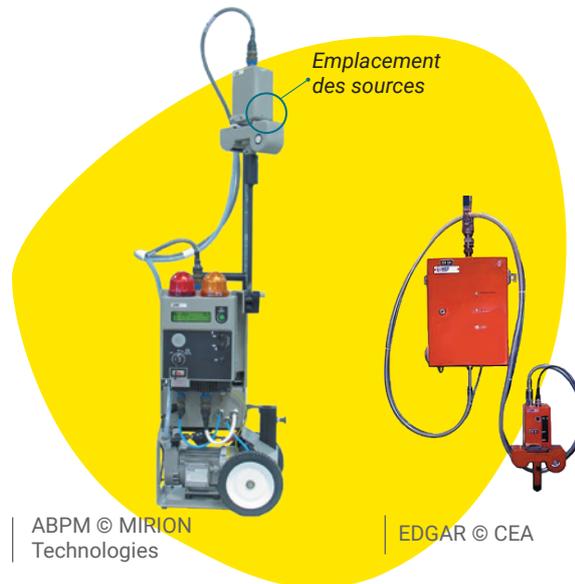
SpiR-Id  
© MIRION Technologies

## #03

**Vérification de balises  
aérosol mobiles**

Les balises mobiles de non contamination atmosphérique sont largement utilisées dans les installations nucléaires en fonctionnement lors d'actions ponctuelles de maintenance ou dans les installations nucléaires en démantèlement.

Leur vérification périodique s'effectue à l'aide de sources  $^{137}\text{Cs}$  ou  $^{239}\text{Pu}$  de faible activité (quelques kBq) déposées sur un support spécialement adapté à la géométrie de mesure de la balise.



Exemple #03A  
**«Sources aiguille»  
 pour type ABPM™**

Les sources aiguilles utilisées sont insérées périodiquement dans un logement prévu à cet effet dans la balise.



Exemple de support aiguille sur lequel sont déposés les radionucléides : tige de diamètre 5 x 80 mm de long.

Localisation de la source

Exemple #03B  
**«Sources tiroir»  
 pour type EDGAR**

Les sources tiroir sont fixées sur la balise et restent à demeure. En fonctionnement routinier, le tiroir est fermé. Il est ouvert lors de la réalisation des vérifications périodiques.



Tiroir en position ouverte. Position prise lors des vérifications périodiques de bon fonctionnement de la balise de détection de contamination atmosphérique.



Tiroir en position fermée. Position prise en fonctionnement normal de la balise de détection de contamination atmosphérique. Le plateau est rentré, réalisant le rôle d'écran au flux alpha généré par la source.

## Sources $\alpha$ et $\beta$ sur mesure

### #04

#### Support spécifique client

En pratique, les échantillons mesurés par spectrométrie alpha sont souvent déposés dans des coupelles, avant insertion dans le système de mesure et réalisation de la mesure.

Le LEA peut produire des sources adaptées à votre équipement en fixant le ou les radionucléides sur des coupelles de votre fourniture. Le diamètre de la surface active peut varier de 15 mm à 70 mm et accueillir l'ensemble des émetteurs alpha proposés par le LEA, pour des activités allant de 100 Bq à 2 kBq.



Coupelle de diamètre 47 mm fournie par le client



Source de diamètre actif 40 mm déposée dans la coupelle client de diamètre 47 mm

### #05

#### Accessoires pour faciliter les contrôles journaliers de sondes de radioprotection

Pour faciliter la réalisation des contrôles de sondes de radioprotection en installation, le LEA propose un support de sources type raquette / support mural, embarquant une ou plusieurs sources adaptées à l'environnement radiologique de travail.

Une des combinaisons de sources la plus utilisée se compose d'une source de  $^{239}\text{Pu}$  de 400Bq et d'une source de  $^{90}\text{Sr}$  de 400Bq.

Les raquettes/support mural sont aussi disponibles pour l'ensemble des radionucléides et des activités des sources type ESA (voir page 16).

Les raquettes /support mural peuvent aussi s'accompagner d'un document précisant les plages de fonctionnement associées aux appareils de radioprotection utilisés dans l'installation.



## #06

**Vérification de balises aérosol fixes type MIRION ICAM™**

## Exemple #06A

Les balises de contrôle atmosphérique sont utilisées dans les installations nucléaires dès lors qu'un risque de contamination interne existe.

Leur vérification périodique s'effectue typiquement à l'aide de « sources carte » : sources fixées à un support spécialement adapté à la géométrie de mesure de la balise.

Liste non exhaustive des radionucléides et plage d'activité disponible :

- $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  : de 100 Bq à 1 kBq
- $^{14}\text{C}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr/Y}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{147}\text{Pm}$  : de 500 Bq à 4 kBq



① Balise ICAM™ / ICAM™ monitor  
© MIRION Technologies  
② Sources Cartes / Card sources  
source Icam Beta © LEA

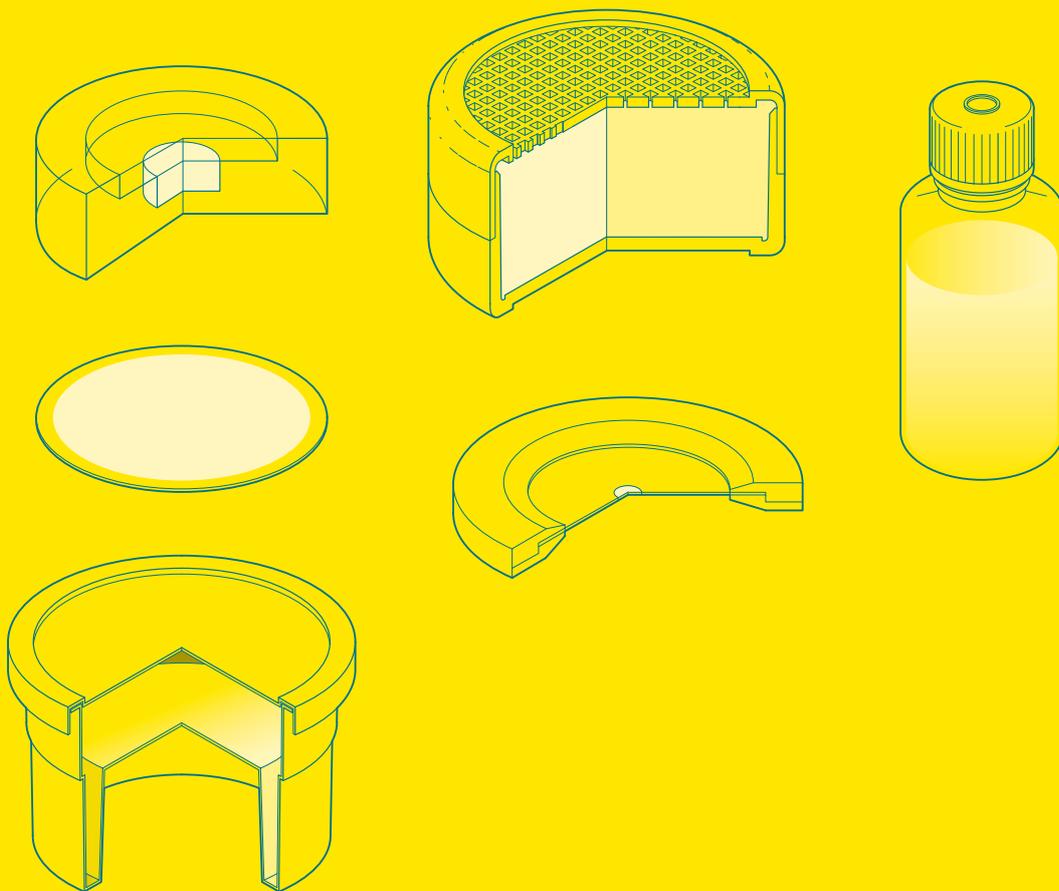
## Exemple #06B

Le LEA propose des sources Alpha et Bêta adaptées à l'équipement type EAR (Enregistreur d'Aérosols Radioactifs) de la gamme MGPI. Cette nouvelle géométrie est conçue spécifiquement pour cet équipement. Les radionucléides sont déposés sur un substrat en aluminium avec une surface active de 38 x 28 mm. (Même procédé que notre gamme sources étalées ESA).





# Sources solides X et $\gamma$



# Applications clés

## Les sources X et $\gamma$ sont principalement utilisées en :

- **Laboratoires** : étalonnages et vérifications d'ensembles de comptage ou de chaînes de spectrométrie gamma type GeHP, CZT, NaI, LaBr utilisés pour la réalisation de mesures environnementales ou de suivi procédés
- **Radioprotection** : étalonnages, contrôles de bon fonctionnement et vérifications périodiques de sondes et systèmes de radioprotection (détecteurs gaz ou scintillateur, portiques de sortie de zone ou de sortie de site, contrôleurs de contamination main-pieds ou objets, balises d'ambiance...)
- **Formation et enseignement** : constater expérimentalement l'atténuation des photons à travers des écrans ou la diminution du flux en  $1/d^2$
- **Sécurité** : vérification de bon fonctionnement de systèmes portables d'identification de menace radiologique, réalisation d'exercices de crise
- **Systèmes pour mesure non destructive** : étalonnages, contrôles de bon fonctionnement et vérifications périodiques de chaînes de caractérisation radiologique de déchets radioactifs ou de chaînes de mesures en ligne implantées sur les procédés

## Laboratoires de mesure & caractérisation d'échantillons

Exemples de chaînes de mesure gamma (détecteur + cryostat + blindage) utilisées en laboratoires



### Caractérisation de déchets



Exemple de chaîne de mesure gamma automatique utilisée pour la caractérisation des déchets radioactifs.



Exemple de chaîne de mesure gamma mobile manuelle utilisée pour la mesure de déchets ou de matériaux radioactifs.

### Équipements de détection



Exemples de spectromètres portables, utilisés lors de projets de démantèlement ou par les forces d'intervention type pompiers



Contrôleur d'objets



Balise de contrôle environnemental



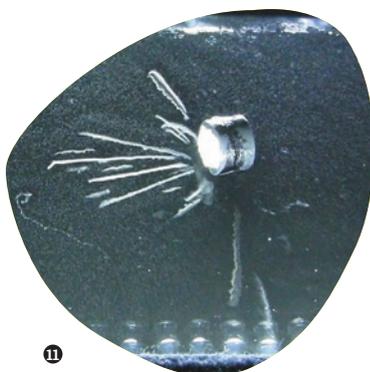
Portique de sortie de zone Saphygate

### Formation et enseignement



10

CRAB (Compteur de Radiation Bêta et gamma)



11

Source radioactive dans une chambre à brouillard

- 1 & 2 Mobius et ICS/ISC-E © ORTEC
- 3 & 4 © Baltic Scientific Instruments (BSI)
- 5 © FLIR systems
- 6 & 7 © MIRION Technologies
- 8 & 9 © BERTIN Technologies
- 10 © CEA/JEULIN
- 11 © Cloudylabs

# Sources $\gamma$ ponctuelles EGS

## Informations techniques

Les radionucléides sont déposés entre 2 feuilles de polyester d'épaisseur environ 125  $\mu\text{m}$  thermocollées, l'ensemble étant ensuite monté dans un anneau en plexiglas.

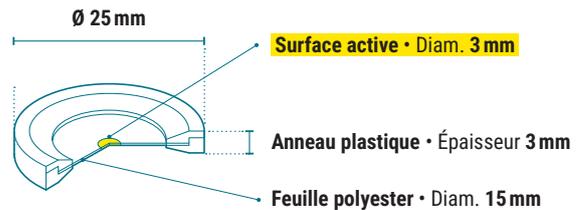
Les caractéristiques radiologiques des sources sont mesurées par l'intermédiaire de scintillateurs NaI ou de semi-conducteurs GeHP raccordés.

## Gamme de fabrication

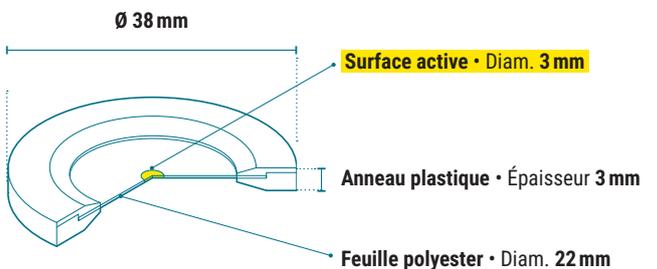
Références catalogue	Sur demande
<b>Diamètre actif</b>	
3 mm	De 3 à 50 mm
<b>Diamètre extérieur</b>	
25 mm	De 25 à 75 mm
38 mm	
<b>Activité</b>	
4 kBq	De 2 à 1 000 kBq
40 kBq	
400 kBq	
700 kBq	
<b>Radionucléide</b>	
22Na, 51Cr, 54Mn, 57Co, 60Co, 85Sr, 88Y, 133Ba, 137Cs, 152Eu, 241Am, 109Cd, 139Ce, 60Co, 113Sn, 65Zn	110mAg, 139Ce, 51Cr, 134Cs, 59Fe, 54Mn, 113Sn (Liste non exhaustive)

## Géométries standard

### Type A



### Type E



Pour les types A et E, la distance entre l'actif et la hauteur de l'anneau est de 2 mm.

Radionucléide	Incertitude de mesure à k=2		Référence
	Activité		
Sous accréditation COFRAC*			
<sup>241</sup> Am***	4 kBq	≤ 3.5%	AM241 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 3.5%	AM241 EGS [Type] 15
<sup>133</sup> Ba	4 kBq	≤ 2%	BA133 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 2%	BA133 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 2%	BA133 EGS [Type] 20
<sup>57</sup> Co	4 kBq	≤ 2%	CO57 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 1.9%	CO57 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 1.9%	CO57 EGS [Type] 20
<sup>60</sup> Co	4 kBq	≤ 2%	CO60 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 1.5%	CO60 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 1.7%	CO60 EGS [Type] 20
<sup>51</sup> Cr	4 kBq	≤ 3,5%	CR51 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 2%	CR51 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 1.5%	CR51 EGS [Type] 20
<sup>137</sup> Cs	4 kBq	≤ 2.5%	CS137 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 2%	CS137 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 2%	CS137 EGS [Type] 20
<sup>152</sup> Eu***	4 kBq	≤ 3%	EU152 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 3%	EU152 EGS [Type] 15
<sup>54</sup> Mn	4 kBq	≤ 2%	MN54 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 2%	MN54 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 2%	MN54 EGS [Type] 20
<sup>22</sup> Na	4 kBq	≤ 2%	NA22 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 2%	NA22 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 2%	NA22 EGS [Type] 20
<sup>85</sup> Sr	4 kBq	≤ 2%	SR85 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 2%	SR85 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 2%	SR85 EGS [Type] 20
<sup>88</sup> Y	4 kBq	≤ 2%	Y88 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 2%	Y88 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 2%	Y88 EGS [Type] 20
<sup>12</sup> ML01**	30 kBq	[ 3% ; 6% ]	12ML01 EGS [Type] 15

### Comment composer la référence ?

Remplacez **[Type]** par la lettre **A ou E** en fonction de la géométrie que vous désirez. Par exemple : **AM241 EGS A 20**.

Tolérance de fabrication standard : ± 30%  
Catégorie AIEA : 5  
Classification ISO2919 : C11111

\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

\*\* Le mélange 12ML01 – <sup>241</sup>Am, <sup>109</sup>Cd, <sup>139</sup>Ce, <sup>57</sup>Co, <sup>60</sup>Co, <sup>51</sup>Cr, <sup>137</sup>Cs, <sup>113</sup>Sn, <sup>54</sup>Mn, <sup>65</sup>Zn, <sup>85</sup>Sr, <sup>88</sup>Y – permet de générer environ 15 pics sur une plage d'énergie allant de 60 keV à 1836 keV. La quantité de chaque radionucléide est choisie de façon que les taux de comptage du pic principal de chaque radionucléide soient du même ordre de grandeur. Voir le chapitre "Sources gamma sur mesure" pour des compléments d'informations sur le mélange 12ML01 et sur les autres mélanges disponibles. D'autres géométries sont réalisables sur demande.

\*\*\* Durée d'utilisation recommandée 5 ans pour la géométrie EGSA/E20 (400kBq), uniquement pour les radionucléides : <sup>241</sup>Am et <sup>152</sup>Eu.



### Coffrets

Les sources EGS A sont aussi disponibles en coffret contenant 9 sources de 4 kBq, 40 kBq, 700 kBq : <sup>241</sup>Am, <sup>57</sup>Co, <sup>60</sup>Co, <sup>51</sup>Cr, <sup>137</sup>Cs, <sup>54</sup>Mn, <sup>22</sup>Na, <sup>85</sup>Sr et <sup>88</sup>Y. D'autres panachages de sources sont possibles sur demande.

# Sources $\gamma$ ponctuelles EGS

## Informations techniques

Les radionucléides sont déposés dans la cavité d'un cylindre en plexiglas rigide et étanche, la cavité étant scellée par un bouchon en plexiglas.

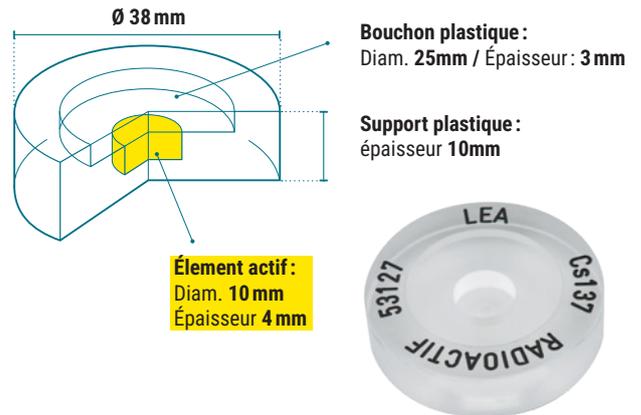
Les caractéristiques radiologiques des sources sont mesurées par l'intermédiaire de scintillateurs NaI, de semi-conducteurs GeHP raccordés ou de chambres d'ionisation.

## Gamme de fabrication

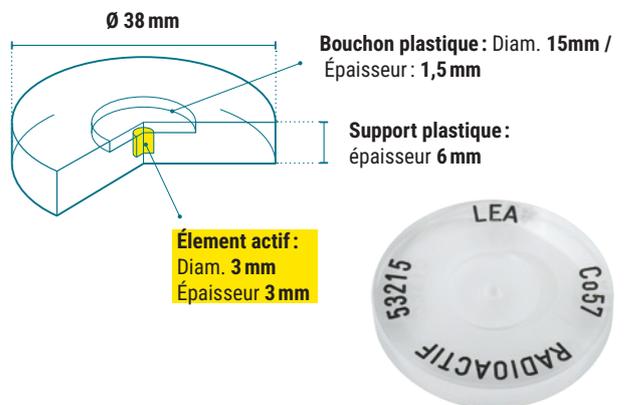
Références catalogue	Sur demande
<b>Diamètre actif</b>	
3 mm	De 3 à 50 mm
10 mm	
<b>Diamètre extérieur</b>	
38 mm	De 25 à 75 mm
<b>Activité</b>	
4 kBq	De 2 à 10 MBq
40 kBq	
400 kBq	
1 500 kBq	
3 500 kBq	
<b>Radionucléide</b>	
$^{60}\text{Co}$ , $^{133}\text{Ba}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{152}\text{Eu}$ , $^{241}\text{Am}$	$^{110m}\text{Ag}$ , $^{139}\text{Ce}$ , $^{51}\text{Cr}$ , $^{134}\text{Cs}$ , $^{59}\text{Fe}$ , $^{54}\text{Mn}$ , $^{113}\text{Sn}$ (Liste non exhaustive)

## Géométries standard

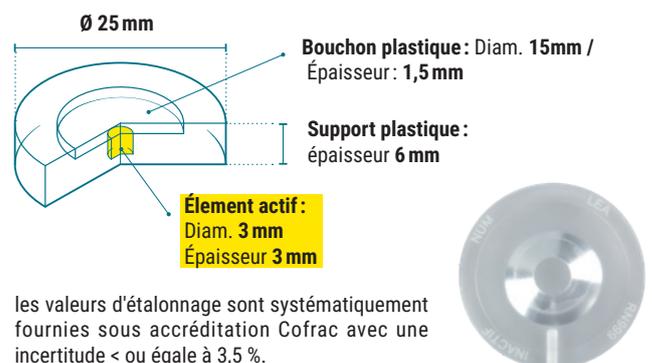
### Type B



### Type V



### Type HCO



les valeurs d'étalonnage sont systématiquement fournies sous accréditation Cofrac avec une incertitude < ou égale à 3,5 %.

Radionucléide	Activité	Incertitude de mesure à k=2	Référence
	Sous accréditation COFRAC* (géométrie HCO ou sur-demande pour les types B et V)		
<sup>241</sup> Am	4 kBq	≤ 5%*	AM241 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 5%*	AM241 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 5%*	AM241 EGS [Type] 20
<sup>133</sup> Ba	4 kBq	≤ 5%*	BA133 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 5%*	BA133 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 5%*	BA133 EGS [Type] 20
	1 500 kBq	≤ 5%*	BA133 EGS [Type] 30
	3 500 kBq	≤ 5%*	BA133 EGS [Type] 40
<sup>57</sup> Co	4 kBq	≤ 5%*	C057 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 5%*	C057 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 5%*	C057 EGS [Type] 20
	1 500 kBq	≤ 5%*	C057 EGS [Type] 30
	3 500 kBq	≤ 5%*	C057 EGS [Type] 40
<sup>60</sup> Co	4 kBq	≤ 5%*	C060 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 5%*	C060 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 5%*	C060 EGS [Type] 20
	1 500 kBq	≤ 5%*	C060 EGS [Type] 30
	3 500 kBq	≤ 5%*	C060 EGS [Type] 40
<sup>137</sup> Cs	4 kBq	≤ 5%*	CS137 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 5%*	CS137 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 5%*	CS137 EGS [Type] 20
	1 500 kBq	≤ 5%*	CS137 EGS [Type] 30
	3 500 kBq	≤ 5%*	CS137 EGS [Type] 40
<sup>152</sup> Eu	4 kBq	≤ 5%*	EU152 EGS [Type] 10
	40 kBq	≤ 5%*	EU152 EGS [Type] 15
	400 kBq	≤ 5%*	EU152 EGS [Type] 20
	1 500 kBq	≤ 5%*	EU152 EGS [Type] 30
	3 500 kBq	≤ 5%*	EU152 EGS [Type] 40

Tolérance de fabrication standard : ± 30%  
 Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C22212

\* Sur demande, l'étalonnage des sources peut être réalisé sous accréditation COFRAC\*\*. Les incertitudes de mesure associées sont inférieures ou égales à 3,5 % à k=2.

\*\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

### Comment composer la référence ?

Remplacez **[Type]** par la lettre **B, V ou HCO** en fonction de la géométrie que vous désirez.  
 Par exemple : **CS137 EGS B 40**.

# Sources $\gamma$ capsules EGSK

## Informations techniques

Les balises de mesure d'ambiance radiologique peuvent avoir recours à une source radioactive type capsule afin de garantir en continu la non dérive du système. Le LEA réalise ce type de source, en y ajoutant un filetage permettant l'intégration à l'équipement de mesure. (voir modèle EGSKM3 ou M4)

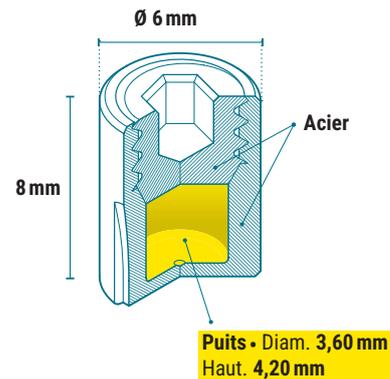
Les sources les plus demandées contiennent 50kBq, 200kBq, 370kBq ou 900kBq de  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ . L'activité et les radionucléides peuvent être adaptés en fonction du besoin final.

## Gamme de fabrication

Références catalogue	Sur demande
<b>Diamètre actif</b>	
3 mm	De 3 à 50 mm
10 mm	
<b>Diamètre extérieur</b>	
38 mm	De 25 à 75 mm
<b>Activité</b>	
4 kBq	De 2 à 10 MBq
40 kBq	
400 kBq	
1 500 kBq	
3 500 kBq	
<b>Radionucléide</b>	
$^{57}\text{Co}$ , $^{133}\text{Ba}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{152}\text{Eu}$ , $^{241}\text{Am}$	

## Géométries standard

### Type K

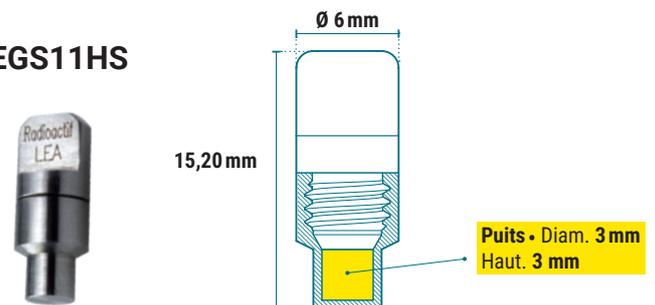


## Autres capsules disponibles

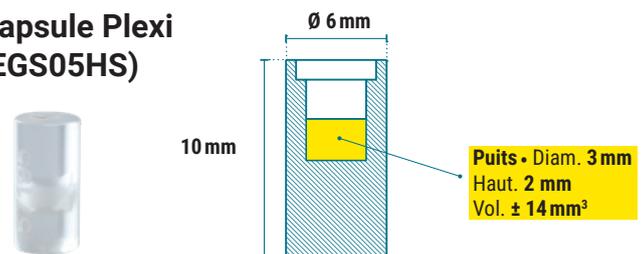
### EGSKM3 ou EGSKM4



### EGS11HS



### Capsule Plexi (EGS05HS)



Radionucléide	Activité	Référence
$^{133}\text{Ba}$	40 kBq	BA133 EGS K 15N
	400 kBq	BA133 EGS K 20N
	1 500 kBq	BA133 EGS K 30N
	3 500 kBq	BA133 EGS K 40N
$^{57}\text{Co}$	40 kBq	C057 EGS K 15N
	400 kBq	C057 EGS K 20N
	1 500 kBq	C057 EGS K 30N
	3 500 kBq	C057 EGS K 40N
	7,4 MBq	C057 EGS K 80N
$^{60}\text{Co}$	40 kBq	C060 EGS K 15N
	400 kBq	C060 EGS K 20N
	1 500 kBq	C060 EGS K 30N
	3 500 kBq	C060 EGS K 40N
$^{137}\text{Cs}$	40 kBq	CS137 EGS K 15N
	400 kBq	CS137 EGS K 20N
	1 500 kBq	CS137 EGS K 30N
	3 500 kBq	CS137 EGS K 40 N
$^{152}\text{Eu}$	40 kBq	EU152 EGS K 15N
	400 kBq	EU152 EGS K 20N
	1 500 kBq	EU152 EGS K 30N
	3 500 kBq	EU152 EGS K 40N
$^{241}\text{Am}$	40 kBq	AM241 EGS K 15N

Tolérance de fabrication :  $\pm 15\%$

Sur demande, les sources peuvent être fournies avec un certificat d'étalonnage.

Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C22212

# Sources X ponctuelles EXS

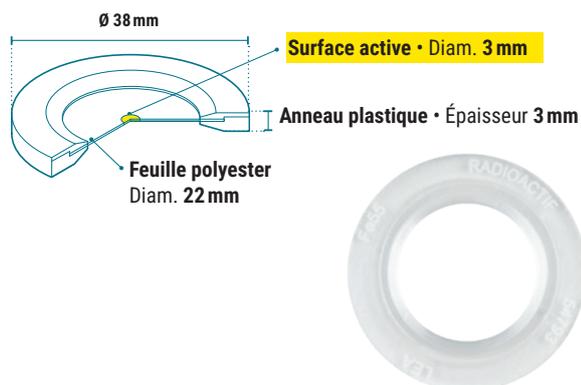
## Informations techniques

Les radionucléides sont déposés entre 2 feuilles de polyester d'épaisseur environ 75  $\mu\text{m}$  thermocollées, l'ensemble étant ensuite monté dans un anneau en plexiglas.

Les caractéristiques radiologiques des sources sont mesurées par l'intermédiaire de semi-conducteurs GeHP raccordés.

## Géométrie disponible

### Type B



La distance entre l'actif et la hauteur de l'anneau est de 2 mm

## Gamme de fabrication

Références catalogue	Sur demande
<b>Diamètre actif</b>	
3 mm	-
<b>Diamètre extérieur</b>	
38 mm	De 25 à 75 mm
<b>Flux <math>4\pi \text{ sr}</math></b>	
16 000 $\text{X.s}^{-1}$	-
<b>Radionucléide</b>	
$^{55}\text{Fe}$ , $^{109}\text{Cd}$	-

Radionucléide	Flux $X 4\pi \text{ sr}$	Incertitude de mesure à $k=2$	Activité équivalente	Référence
Sous accréditation COFRAC*				
$^{109}\text{Cd}$	16 000 $\text{X.s}^{-1}$	$\leq 5\%$	15.7 kBq	CD109 EXS B 10
$^{55}\text{Fe}$	16 000 $\text{X.s}^{-1}$	$\leq 5\%$	56.3 kBq	FE55 EXS B 10

Tolérance de fabrication standard :  $\pm 30\%$   
Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C11111

\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

# Sources $\gamma$ en matrice végétale EGE

## Informations techniques

Notre matrice végétale est composée de végétaux secs et broyés. Les radionucléides sont mélangés dans le volume de la matrice.

L'ensemble est intégré dans un contenant standard ou adapté à vos besoins.

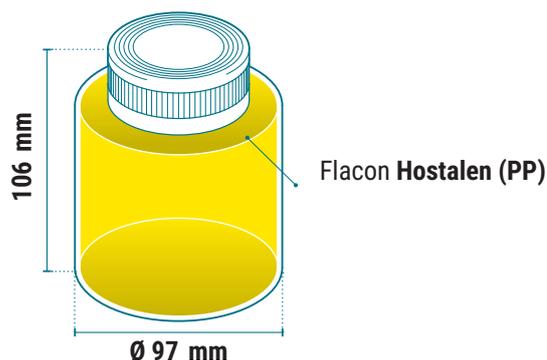
L'activité de la source est mesurée par l'intermédiaire de scintillateurs NaI ou de semi-conducteurs GeHP.

## Géométrie disponible

**SG500N Type V**

Volume utile **500 cm<sup>3</sup>**

Masse de matrice **100 g**



## Gamme de fabrication

Références catalogue	Sur demande
<b>Activité</b>	
1 kBq	De 1 à 100 kBq
<b>Radionucléide</b>	
Mix 12ML01	241Am, 109Cd, 139Ce, 57Co, 60Co, 51Cr, 137Cs, 113Sn, 54Mn, 22Na, 85Sr, 88Y (Liste non exhaustive)

Radionucléide	Activité	Incertitude de mesure à k=2	Référence
12ML01*	1 kBq	[ 8% ; 8,5% ]	12ML01 EGE V 1KBQ

Tolérance de fabrication standard :  $\pm 30\%$  • Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C11111

\* Le mélange 12ML01 – 241Am, 109Cd, 139Ce, 57Co, 60Co, 51Cr, 137Cs, 113Sn, 54Mn, 65Zn, 85Sr, 88Y – permet de générer environ 15 pics sur une plage d'énergie allant de 60 keV à 1836 keV. La quantité de chaque radionucléide est choisie de façon que les taux de comptage du pic principal de chaque radionucléide soient du même ordre de grandeur. Voir le chapitre "Sources gamma sur mesure" pour des compléments d'informations sur le mélange 12ML01 et sur les autres mélanges disponibles. D'autres géométries sont réalisables sur demande.

# Sources $\gamma$ en matrice résine EGR

## Informations techniques

Les radionucléides sont incorporés à une résine thermo-durcissante, coulée ensuite dans le contenant.

Nos sources résines sont des sources scellées, caractérisées en activité équivalente eau, permettant ainsi d'éviter les risques et contraintes associées aux sources liquides.

Les caractéristiques radiologiques des sources sont mesurées par l'intermédiaire de scintillateurs NaI ou de semi-conducteurs GeHP raccordés.



## Gamme de fabrication

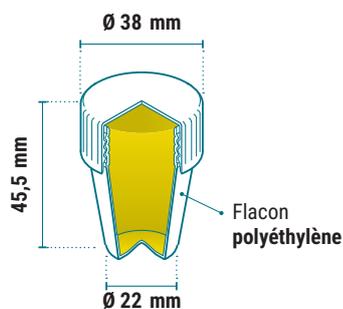
Références catalogue	Sur demande
<b>Contenant</b>	
15 ml 50 ml 250 ml 450 ml 500 ml 1 000 ml 3 000 ml	Tout type de contenant de volume compris entre 10 ml et 3 000 ml
<b>Activité</b>	
5 kBq 18 kBq 37 kBq 55 kBq 74 kBq	De 0.1 kBq à 900 kBq
<b>Radionucléide</b>	
133Ba, 137Cs, 152Eu, Mix 12ML01	51Cr, 54Mn, 57Co, 60Co, 65Zn, 85Sr, 88Y, 109Cd, 113Sn, 134Cs, 139Ce, 241Am

## Bouteilles plastiques

### Type R

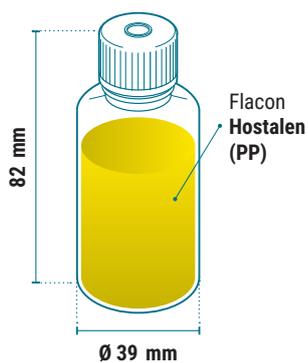
SG15

Volume utile 15 cm<sup>3</sup>



### Type F

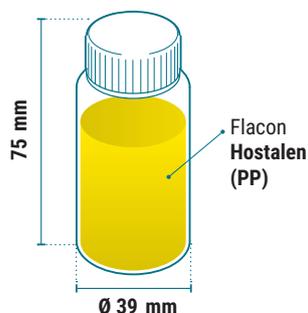
Volume utile 50 cm<sup>3</sup>



### Type E

SG50

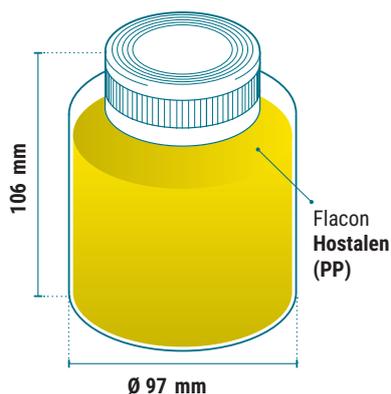
Volume utile 50 cm<sup>3</sup>



### Type H

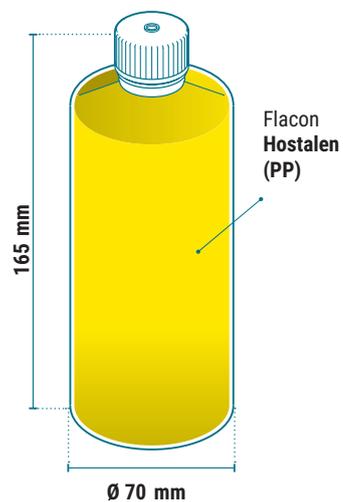
SG500

Volume utile 500 cm<sup>3</sup>



### Type G

Volume utile 500 cm<sup>3</sup>



Type R



Type E



Type F



Type H

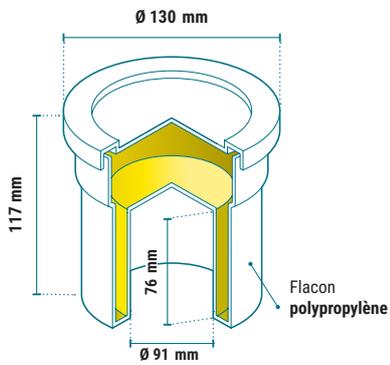


Type G

## Géométries Marinelli

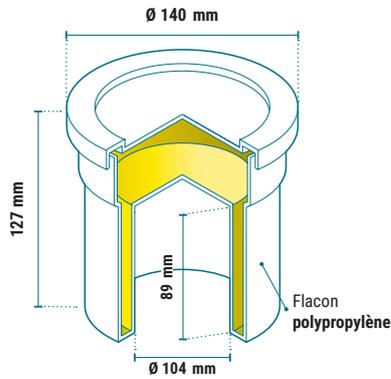
### Type B 590G-E

Volume utile 500 cm<sup>3</sup>  
Masse de résine 575 g



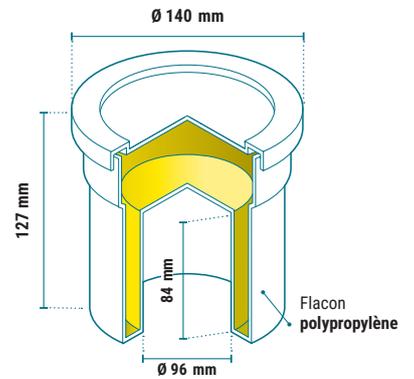
### Type C 541G-E

Volume utile 500 cm<sup>3</sup>  
Masse de résine 575 g



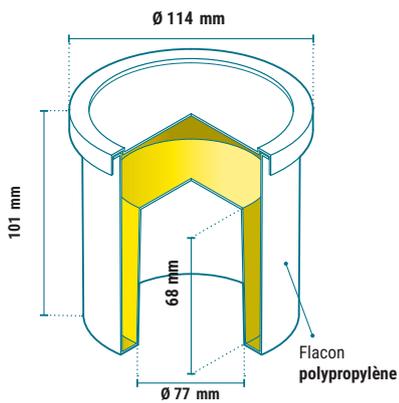
### Type D 538G-E

Volume utile 500 cm<sup>3</sup>  
Masse de résine 575 g



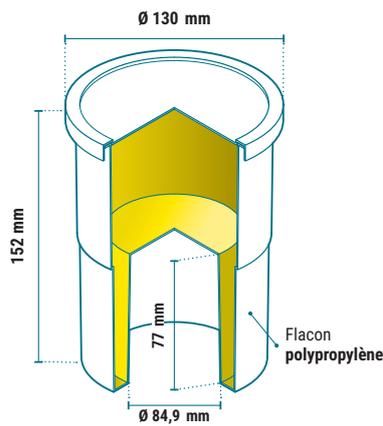
### Type I

Volume utile 450 cm<sup>3</sup>  
Masse de résine 518 g



### Type K

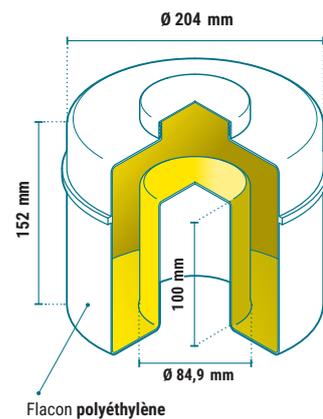
Volume utile 1000 cm<sup>3</sup>  
Masse de résine 1150 g



### Type L

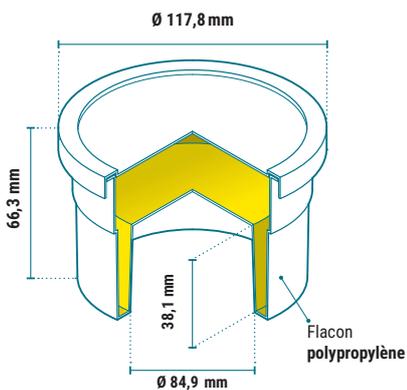
SG3000

Volume utile 3000 cm<sup>3</sup>  
Masse de résine 3450 g



### Type M

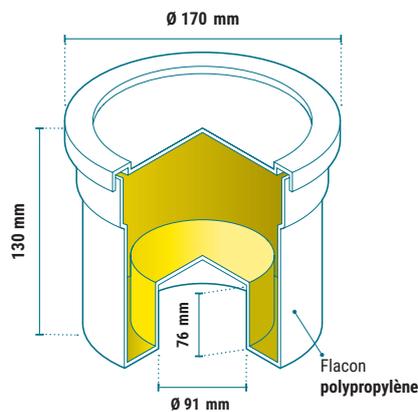
Volume utile 250 cm<sup>3</sup>  
Masse de résine 287 g



### Type N

190G-E

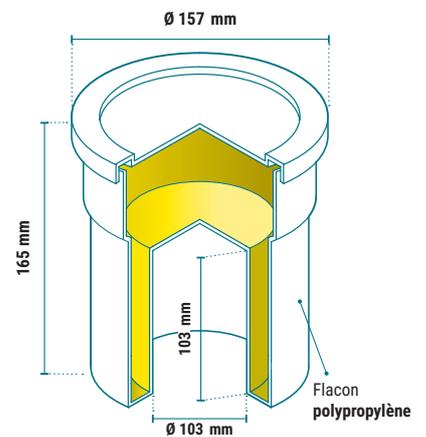
Volume utile 1000 cm<sup>3</sup>  
Masse de résine 1150 g



### Type P

141G-E

Volume utile 1000 cm<sup>3</sup>  
Masse de résine 1150 g





Radionucléide	Activité équivalente eau	Incertitude de mesure à k=2	Référence
Sous accréditation COFRAC*			
$^{152}\text{Eu}$	37 kBq	$\leq 5\%$	EU152 EGR [Type] 15
$^{133}\text{Ba}$	37 kBq	$\leq 5\%$	BA133 EGR [Type] 15
$^{137}\text{Cs}$	37 kBq	$\leq 5\%$	CS137 EGR [Type] 15
12ML01**	5 kBq	[ 3,0 à 6,5 % ]	12ML01 EGR [Type] 05
	18 kBq	[ 3,0 à 6,5 % ]	12ML01 EGR [Type] 10
	37 kBq	[ 3,0 à 6,5 % ]	12ML01 EGR [Type] 15
	55 kBq	[ 3,0 à 6,5 % ]	12ML01 EGR [Type] 20
	74 kBq	[ 3,0 à 6,5 % ]	12ML01 EGR [Type] 30

Tolérance de fabrication standard :  $\pm 30\%$   
 Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C11111

\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

\*\* Le mélange 12ML01 –  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{109}\text{Cd}$ ,  $^{139}\text{Ce}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{113}\text{Sn}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{85}\text{Sr}$ ,  $^{88\gamma}$  – permet de générer environ 15 pics sur une plage d'énergie allant de 60 keV à 1836 keV. La quantité de chaque radionucléide est choisie de façon que les taux de comptage du pic principal de chaque radionucléide soient du même ordre de grandeur. Voir le chapitre "Sources gamma sur mesure" pour des compléments d'informations sur le mélange 12ML01 et sur les autres mélanges disponibles. D'autres géométries sont réalisables sur demande.

### Comment composer la référence ?

Remplacez [Type] par la lettre **B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, P** ou **R** en fonction de la géométrie que vous désirez. Par exemple : **BA133 EGR E 15**.

# Sources $\gamma$ en cartouche de charbon actif EDC

## Informations techniques

Nos charbons actifs peuvent être imprégnés de 2 façons :

- Soit de manière superficielle sur 1 des 2 faces du charbon actif, simulant une contamination surfacique (géométrie E)
- Soit dans l'ensemble du volume du charbon actif (géométrie D)

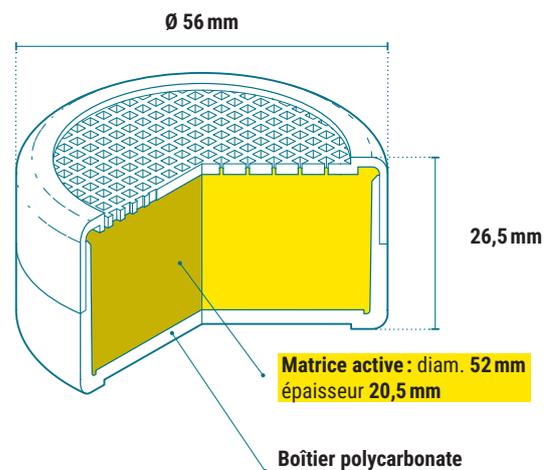
L'activité de la source est mesurée par l'intermédiaire de scintillateurs NaI ou de semi-conducteurs GeHP raccordés.

## Gamme de fabrication

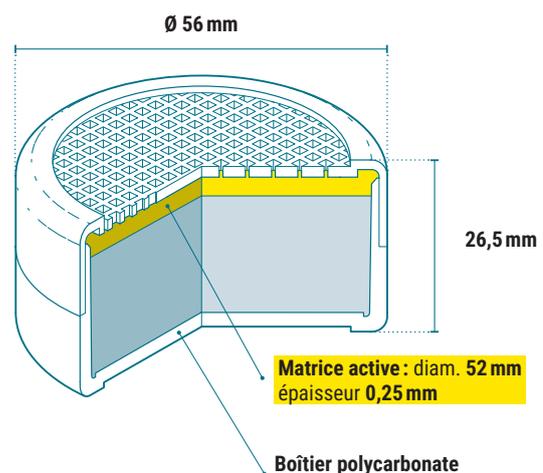
Références catalogue	Sur demande
<b>Contenant</b>	
Cartouche de volume utile 44 cm <sup>3</sup>	N'importe quel volume de charbon actif
<b>Activité</b>	
4 kBq	De 1 à 900 kBq
<b>Radionucléide</b>	
133Ba, 137Cs, 152Eu, Mix 12ML01	51Cr, 54Mn, 57Co, 60Co, 65Zn, 85Sr, 88Y, 109Cd, 113Sn, 139Ce, 241Am

## Géométries standard

### Type D



### Type E



Radionucléide	Activité	Incertitude de mesure à k=2	Référence
133Ba	4 kBq	$\leq 10\%$	BA133 EDC D 10
	4 kBq	$\leq 10\%$	BA133 EDC E 10
137Cs	4 kBq	$\leq 10\%$	CS137 EDC D 10
	4 kBq	$\leq 10\%$	CS137 EDC E 10
152Eu	4 kBq	$\leq 10\%$	EU152 EDC D 10
	4 kBq	$\leq 10\%$	EU152 EDC E 10
12ML01*	18,5 kBq	$\leq 10\%$	12ML01 EDC D 11
	18,5 kBq	$\leq 10\%$	12ML01 EDC E 11

Tolérance de fabrication standard :  $\pm 30\%$

Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C11111

\* Le mélange 12ML01 – 241Am, 109Cd, 139Ce, 57Co, 60Co, 51Cr, 137Cs, 113Sn, 54Mn, 65Zn, 85Sr, 88Y – permet de générer environ 15 pics sur une plage d'énergie allant de 60 keV à 1836 keV. La quantité de chaque radionucléide est choisie de façon que les taux de comptage du pic principal de chaque radionucléide soient du même ordre de grandeur. Voir le chapitre "Sources gamma sur mesure" pour des compléments d'informations sur le mélange 12ML01 et sur les autres mélanges disponibles. D'autres géométries sont réalisables sur demande.



Détecteur Germanium © Mirion Technologies

# Sources $\gamma$ en filtre papier ESB

## Informations techniques

Les radionucléides sont déposés sur un filtre papier, le filtre papier étant ensuite scellé entre 2 fines feuilles de polyester thermocollées.

L'activité de la source est mesurée par l'intermédiaire de scintillateurs NaI ou de semi-conducteurs GeHP.



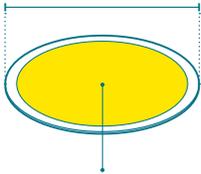
## Gamme de fabrication

Références catalogue	Sur demande
<b>Diamètre actif</b>	
43 mm	De 15 à 160 mm
45 mm	
47 mm	
50 mm	
53 mm	
60 mm	
120 mm	
<b>Diamètre extérieur</b>	
51 mm	De 20 à 170 mm
53 mm	
60 mm	
63 mm	
70 mm	
130 mm	
<b>Activité</b>	
10 kBq	De 1 à 900 kBq
20 kBq	
40 kBq	
<b>Radionucléide</b>	
Mix 12ML01*	51Cr, 54Mn, 57Co, 60Co, 65Zn, 85Sr, 88Y, 109Cd, 113Sn, 134Cs, 139Ce, 241Am

## Géométries standard

## Type M45-51

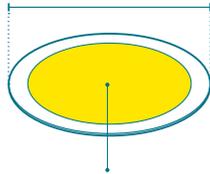
Ø 51 mm



Surface active : Diam. 45 mm

## Type M43

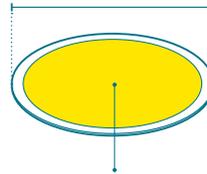
Ø 53 mm



Surface active : Diam. 43 mm

## Type M47-53

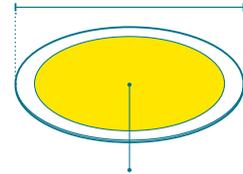
Ø 53 mm



Surface active : Diam. 47 mm

## Type M50

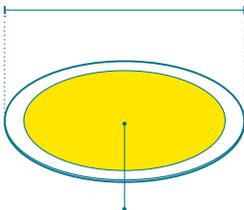
Ø 60 mm



Surface active : Diam. 50 mm

## Type M53

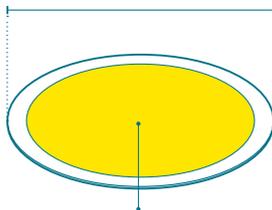
Ø 63 mm



Surface active : Diam. 53 mm

## Type M60

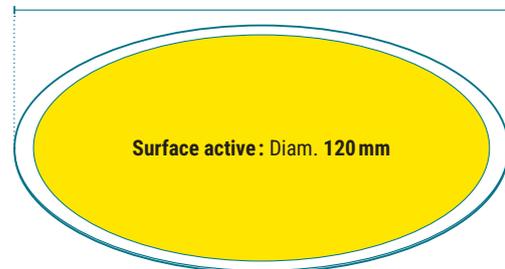
Ø 70 mm



Surface active : Diam. 60 mm

## Type M120

Ø 130 mm



Surface active : Diam. 120 mm

Radionucléide	Activité	Incertitude de mesure à k=2	Référence
12ML01*	10 kBq	≤ 10%	12ML01 ESB [Type] [10KBQ]
	20 kBq	≤ 10%	12ML01 ESB [Type] [20KBQ]
	40 kBq	≤ 10%	12ML01 ESB [Type] [40KBQ]

Tolérance de fabrication standard : ± 30% • Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C11111

\* Le mélange 12ML01 –  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{109}\text{Cd}$ ,  $^{139}\text{Ce}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{113}\text{Sn}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{85}\text{Sr}$ ,  $^{88}\text{Y}$  – permet de générer environ 15 pics sur une plage d'énergie allant de 60 keV à 1836 keV. La quantité de chaque radionucléide est choisie de façon que les taux de comptage du pic principal de chaque radionucléide soient du même ordre de grandeur. Voir le chapitre "Sources gamma sur mesure" pour des compléments d'informations sur le mélange 12ML01 et sur les autres mélanges disponibles.

## Comment composer la référence ?

Remplacez **[Type]** par les codes **M43**, **M50**, **M53**, **M60**, **M120**, **M45-51** ou **M47-53** en fonction de la géométrie que vous désirez. Par exemple : **12ML01 ESB M47-53 [10KBQ]**.

## Sources X et $\gamma$ sur mesure

Le LEA peut adapter sur demande l'activité et la géométrie des sources catalogue à des besoins spécifiques. **En voici sept exemples.**

# #01

### Mélanges multigamma

Les sources composées de plusieurs radionucléides émetteurs gamma sont principalement utilisées pour des besoins de mesures de spectrométrie gamma en laboratoire. La vocation première des sources multi-émetteurs gamma est d'étalonner les chaînes de mesure sur une plage d'énergie, dont les bornes dépendent de l'utilisation finale de la chaîne de mesure.

Le mélange gamma le plus polyvalent est le mélange référencé 12ML01. Ce mélange permet de générer environ 15 pics sur une plage d'énergie allant de 60 keV à 1836 keV. La quantité de chaque radionucléide est choisie de façon que les taux de comptage du pic principal de chaque radionucléide soient du même ordre de grandeur.

Le mélange 12ML01 est compatible avec l'ensemble des géométries précédentes, à savoir :

- En source ponctuelle,
- En matrice résine,
- En cartouche de charbon actif,
- En matrice végétale,
- En papier buvard.



## Composition du mélange

12ML01 60 keV – 1 836 keV			Spectre d'émission
Radionucléides	Raies principales	% en activité (indicatif)	
$^{51}\text{Cr}$	320 keV	22,1%	
$^{54}\text{Mn}$	835 keV	5,8%	
$^{57}\text{Co}$	122 keV 137 keV	1,1%	
$^{60}\text{Co}$	1 173 keV 1 333 keV	8,2%	
$^{65}\text{Zn}$	1 116 keV	16,5%	
$^{85}\text{Sr}$	514 keV	3,7%	
$^{88}\text{Y}$	898 keV 1 836 keV	6,9%	
$^{109}\text{Cd}$	88 keV	22,4%	
$^{113}\text{Sn}$	392 keV	4,1%	
$^{137}\text{Cs}$	662 keV	5,6%	
$^{139}\text{Ce}$	166 keV	1,4%	
$^{241}\text{Am}$	60 keV	2,2%	

N'importe quel autre mélange d' $^{241}\text{Am}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{152}\text{Eu}$  peut être réalisé sur demande, dans des proportions et pour des activités spécifiques.

## Exemples d'autres mélanges

Radionucléides	Raies principales (keV)	Code du mélange							
		2ML01	2ML02	2ML04	3ML01	3ML02	3ML07	3ML09	5ML02
$^{241}\text{Am}$	60	-	-	•		•	•	-	•
$^{133}\text{Ba}$	81 - 303 - 356	-	•	-	•	-	-	-	•
$^{60}\text{Co}$	1173 - 1332	•	-	-	•	•	-	•	•
$^{137}\text{Cs}$	662	•	•	-	•	•	•	•	•
$^{152}\text{Eu}$	122 - 244 - 344 - 779 - 867 - 964 - 1408	-	-	•	-	-	•	•	•

## Sources X et $\gamma$ sur mesure

### #02

#### Capsules pour balises de mesure d'ambiance radiologique

Les balises de mesure d'ambiance radiologique peuvent avoir recours à une source radioactive type capsule afin de garantir en continu la non dérive du système. Le LEA réalise ce type de source, en y ajoutant un filetage permettant l'intégration à l'équipement de mesure.

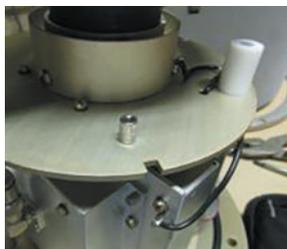
Les sources les plus demandées contiennent 50kBq, 200kBq, 370kBq ou 900kBq de  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ . L'activité et les radionucléides peuvent être adaptés en fonction du besoin final.



Sources capsules avec filetage M3 ou M4.



Exemple d'équipement de mesure utilisant une source capsule © CEA



Équipement de mesure décapoté, permettant de visualiser la source de contrôle © CEA

### #03

#### Protection physique de sources

Le LEA peut adapter la géométrie de ses sources pour des besoins de protection physique, par exemple pour la mise en place d'un antivol.

Exemple dans l'enseignement : le CRAB (Compteur de Radiation Bêta et Gamma) utilise une source radioactive qui, pour des besoins de sécurité, est fixée au système par le biais d'une chaîne. La chaîne est vissée directement sur la source radioactive, via un filetage M3.

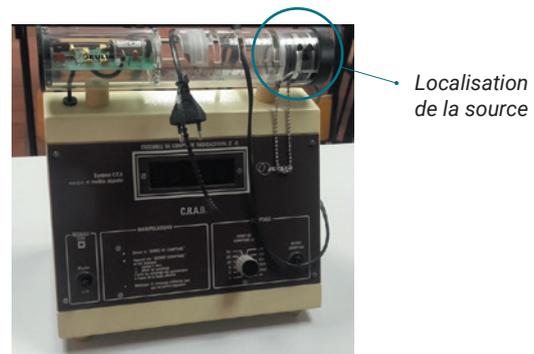


Photo d'un CRAB. La source, de type disque, est repérable par le trèfle radioactif et la chaîne © CEA / JEULIN



Source utilisée dans le CRAB. Référence EGS09HS © LEA

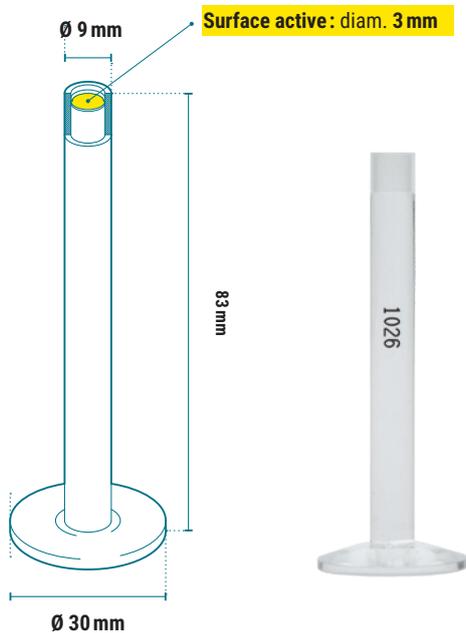
## #04

**Porte-sources spécifiques**

Le LEA peut concevoir et réaliser des porte sources sur-mesure, tels que :

- des porte-sources adaptés à la vérification des détecteurs puits utilisés par les laboratoires d'analyse environnementale ou la vérification des activimètres utilisés en médecine nucléaire
- des porte-sources munis d'un filetage pour être vissé sur un équipement spécifique.

L'ensemble des radionucléides émetteurs gamma proposés dans nos références catalogue peuvent être montés sur des portes sources spécifiques.



Source ponctuelle montée sur tige, spécialement adaptée aux détecteurs puits. Référence EGS D © LEA

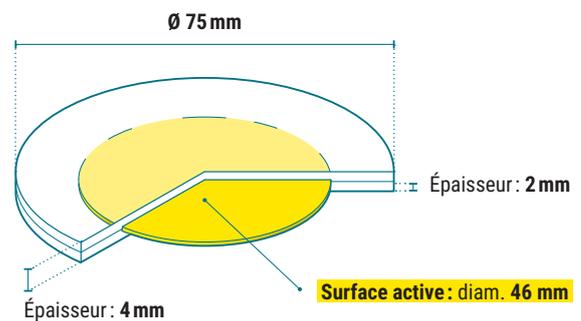
## #05

**Sources gamma surfaciques**

Notre procédé de fabrication polyvalent permet de réaliser des sources gamma surfaciques avec des diamètres actifs de plusieurs centimètres, pour l'ensemble des radionucléides émetteurs gamma proposés par le LEA.



Source CO60 EGS C © LEA

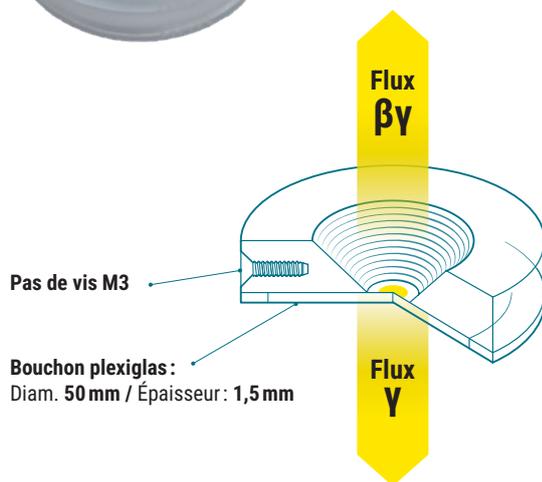


## Sources X et $\gamma$ sur mesure

### #06

#### Sources "biface"

Le LEA a conçu une source biface pour qu'un flux beta/gamma émerge d'une face et que seul le flux gamma émerge de l'autre face. La sortie conique permet de maximiser le flux beta sortant, en simulant un angle solide de détection. Prévue initialement pour du  $^{137}\text{Cs}$ , elle peut être modifiée pour du  $^{60}\text{Co}$ , ou un autre émetteur beta/gamma.



### #07

#### Formats spécifiques client

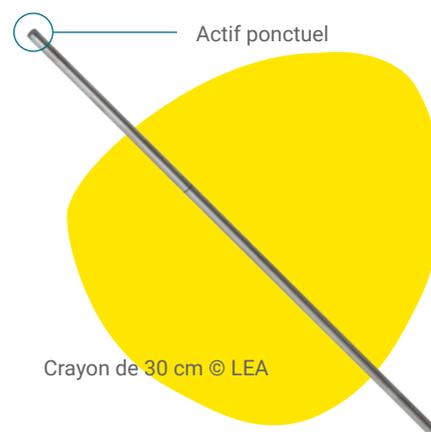
Exemple #07A

#### Sources « crayon »

Afin de diminuer l'exposition radiologique ou pour insérer la source à l'intérieur d'un puits ou d'une cavité de petites dimensions, les sources type crayons sont toutes adaptées.

Les sources crayons proposées par le LEA (référence EGS03HS) ont un diamètre de 5 mm, pour une longueur totale de 10 ou 30 cm. L'élément radioactif, ici du  $^{137}\text{Cs}$ , est déposé à l'intérieur du bouchon, le bouchon étant scellé au crayon par la suite.

Les dimensions des crayons (diamètre et longueur), ainsi que les radionucléides et leur activité sont adaptables au besoin.



Exemple #07B

**Sources « filaires »**

Les sources filaires sont constituées de résines thermo-durcissantes dans lesquelles sont mélangés les radionucléides. Les résines sont ensuite insérées dans un contenant, garantissant le caractère scellé de l'ensemble dans un contenant en inox ou en plastique.

**Radionucléides les plus demandés :** mélange 3ML01 ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ),  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ .

**Activités les plus demandées :** 200 kBq, 800 kBq, 1 MBq, 3 MBq.

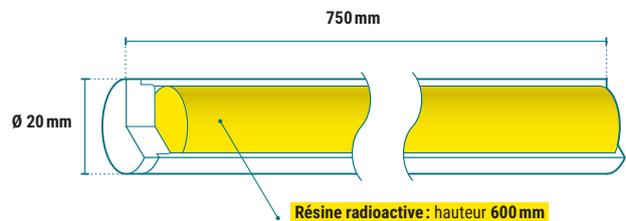
Possibilité de réaliser des sources avec l'ensemble des émetteurs gamma et mélanges d'émetteurs gamma proposés par le LEA, pour des activités de 40 kBq à 40 MBq.



Sources filaires en inox & sources filaires en plastique © LEA

**Exemple d'application des sources filaires : étalonnage et contrôle de système de mesure de fûts de déchets radioactifs**

Sources filaires de longueur  $\approx 75$  cm pour 2 cm de diamètre contenant une résine radioactive de longueur  $\approx 60$  cm. Idéal pour la mesure de fûts de déchets radioactifs type fûts pétroliers de 200 litres | 55 galons ( $\approx 80$  cm de haut pour 60 cm de diamètre)



Exemple d'un fût radioactif type fût pétrolier de 200 litres | 55 galons © LEA

Exemple d'un guide d'insertion © LEA

Source filaire pour fûts de déchets © LEA



# Sources X et $\gamma$ sur mesure

## #08

### Étalonnage et contrôle de systèmes de mesure d'anthropogammamétrie

Exemple #08A

#### Sources pour fantôme IGOR™

Les fantômes anthropomorphes IGOR™ allant de 40kg à 110kg contiennent jusqu'à 130 blocs de polyéthylène de différentes tailles, permettant de simuler des corpulences humaines allant de 12 kg à 110 kg. Environ 260 sources sont nécessaires pour reproduire un terme source homogène corps entier, simulant une contamination sanguine.

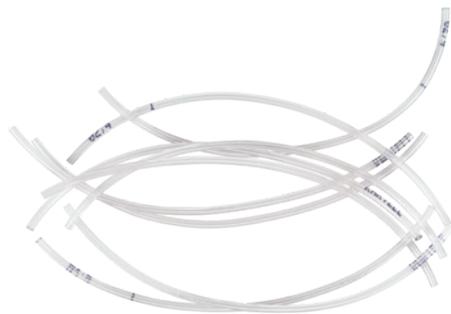
**Radionucléides les plus demandés :**  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{241}\text{Am}$  seuls ou en mélange (références 2ML01 ou 3ML01)

**Activités les plus demandées :** 100 Bq, 200 Bq, 500 Bq, 1kBq, 1,5kBq

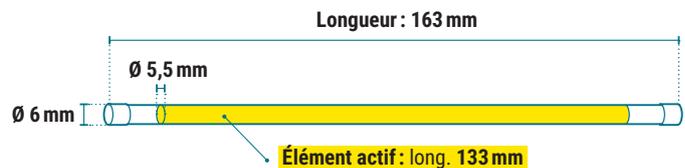
Possibilité de réaliser des sources avec l'ensemble des émetteurs gamma et mélanges d'émetteurs gamma proposés pour d'autres valeurs d'activités.



Fantôme IGOR™ © RADEK



Sources filaires pour fantôme IGOR™. Référence EGRO © LEA



Sous accréditation COFRAC : Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

Le LEA est titulaire de la licence IRSN



Valise de transport IGOR™

Exemple #08B

**Sources pour fantôme RMC II, ACCUSCAN™ et FASTSCAN™**

Les fantômes RMC II sont conçus pour les contrôleurs corps entier ACCUSCAN™ et FASTSCAN™

Les fantômes RMC II simulent la fixation de radionucléides dans la thyroïde, les poumons, les intestins ou le corps entier, par l'intermédiaire de 1 à 4 sources radioactives insérées dans l'emplacement défini.

**Radionucléides les plus demandés :**  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ , seuls ou en mélange (références 2ML01 ou 3ML01)

**Activités les plus demandées :** 100 Bq, 200 Bq, 500 Bq, 1 kBq, 1,5 kBq

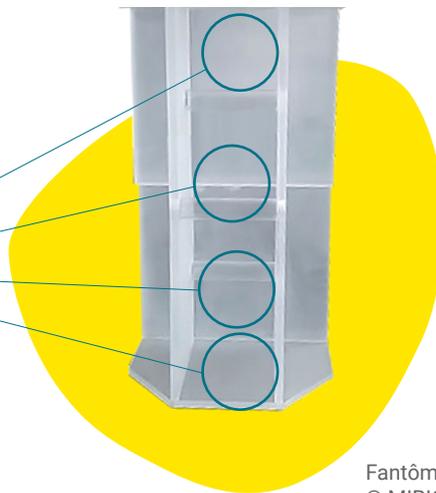
Possibilité de réaliser des sources avec l'ensemble des émetteurs gamma et mélanges d'émetteurs gamma proposés pour d'autres valeurs d'activités.



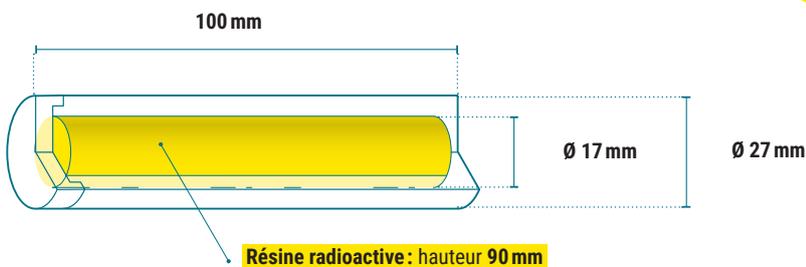
ACCUSCAN™ & FASTSCAN™  
© MIRION TECHNOLOGIES



Sources cylindriques pour fantôme RMC II.  
Référence EGR01HS © LEA



Fantôme RMC II™  
© MIRION Technologies





# Sources liquides



## Applications clés

Les sources liquides sont principalement utilisées en laboratoires pour des **besoins en métrologie de détection**: étalonnage de détecteurs, réalisation de contrôles qualité périodiques (type cartes de contrôles, vérification périodique du rendement de détection). Les systèmes de mesure associés sont les appareils utilisés dans le contrôle de rejet d'effluents liquides dans l'environnement : spectrométrie gamma ou comptage par scintillation liquide.



① Analyseur à scintillation liquide TRI-CARB™  
© PERKIN-ELMER  
② Détecteur CeHP bas bruit de fond pour mesures environnementales  
© Baltic Scientific Instruments (BSI)

## Précautions de manipulation

Réglementairement, les sources liquides sont considérées comme des sources non scellées.

**Précautions de manipulation** : le port des EPI est indispensable (lunettes, gants, blouse, protections plombées si besoin). L'utilisation d'accessoires (pinces, lime, porte ampoule et casse ampoule) est recommandée pour limiter l'exposition radiologique et pour réduire le risque de contamination ou de coupure.

En cas de dilution, le diluant doit posséder la même composition chimique ainsi que la même concentration de matières non radioactives que la source fournie (le LEA fournit sur demande les entraîneurs chimiques utilisés pour la fabrication de ses sources).

## Garantie métrologie

**Géométrie Ampoule** : Le LEA recommande et garanti les valeurs d'étalonnage pour une durée de 2 périodes radioactives ou dans la durée de 2 ans maximum.

**Géométrie V-Vial- Pénicilline** : Le LEA recommande et garanti les valeurs d'étalonnage pour un durée de 3 Mois.

# Sources liquides ELS

## Informations techniques

Nos sources liquides sont caractérisées en activité massique par l'intermédiaire de chambres d'ionisation ou d'analyseurs à scintillation liquide. Elles sont étalonnées sous accréditation COFRAC\*. L'incertitude de mesure varie entre 1% et 8% en fonction du radionucléide et de la géométrie.

## Activités

Les niveaux d'activité massique proposés en référence catalogue sont :

- 0.04 kBq/g (niveau 10)
- 0.4 kBq/g (niveau 15)
- 40 kBq/g (niveau 30)
- 800 kBq/g (niveau 40)
- 8 000 kBq/g (niveau 50)

## Géométries standard

- Ampoules
- Flacons V-Vial
- Flacons Pénicilline
- SG

Nos sources liquides peuvent être conditionnées dans d'autres géométries, proposées au catalogue ou fournies par le client.

\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

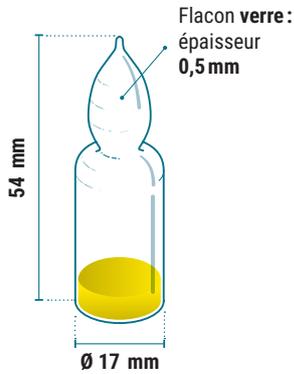




## Géométries standard

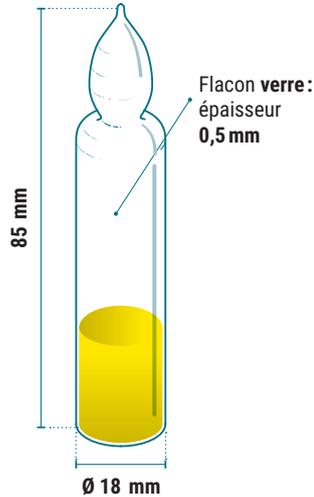
### Type A *Ampoule*

Volume utile 1 cm<sup>3</sup>



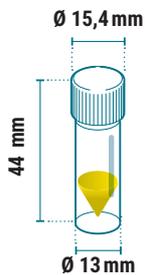
### Type B *Ampoule*

Volume utile 5 cm<sup>3</sup>



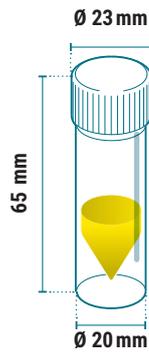
### Type U *V-Vial*

Volume utile 1 cm<sup>3</sup>



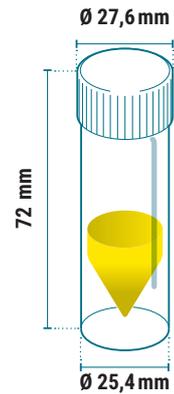
### Type V *V-Vial*

Volume utile 5 cm<sup>3</sup>



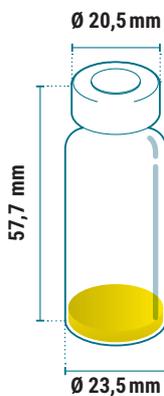
### Type W *V-Vial*

Volume utile 10 cm<sup>3</sup>



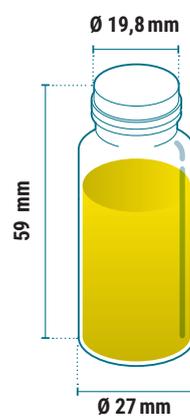
### Type D *Pénicilline*

Volume utile 1 cm<sup>3</sup>



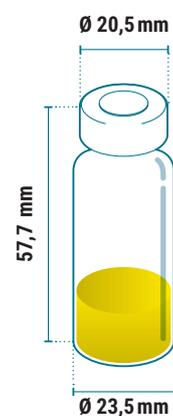
### Type J *Pénicilline*

Volume utile 20 cm<sup>3</sup>



### Type L *Pénicilline*

Volume utile 5 cm<sup>3</sup>



\* Activité maximum = 0.04 kBq/g

Durée d'utilisation voir annexes

# Sources liquides ELS

## Géométries [Type]

- Ampoules . . . **A ou B**
- V-Vial . . . . . **U, V ou W**
- Pénicilline . . **D, J\* ou L**

## Activités [Act]

- 0.04 kBq/g
- 0.4 kBq/g
- 40 kBq/g
- 800 kBq/g
- 8 000 kBq/g
- Autre activité sur demande

## Comment composer la référence ?

Remplacez [Type] et [Act] par la lettre et la valeur correspondants à la géométrie et à l'activité désirées.

Par exemple, une ampoule de 5 ml (type B) contenant 40 kBq/g de <sup>137</sup>Cs est référencée **CS137 ELS B 40kBq/g**.

	Radionucléide	Milieu chimique	Entraîneur	Référence	Mentions particulières
α αγ	<sup>237</sup> Np	HCL 6N ou HNO <sub>3</sub> 3N	Oxalic acid [33μg/g]	NP237 ELS [Type] [Act]	Géométries dispo. : A, B, U, V, W Maximum = 40 kBq/g
	<sup>238</sup> Pu	HNO <sub>3</sub> 3N	-	PU238 ELS [Type] [Act]	Géométries dispo. : A, B, U, V, W Maximum = 40 kBq/g
	<sup>239</sup> Pu	HNO <sub>3</sub> 3N	-	PU239 ELS [Type] [Act]	Géométries dispo. : A, B, U, V, W Maximum = 40 kBq/g
	<sup>241</sup> Am	HNO <sub>3</sub> 1N	EuCl <sub>3</sub> [10μg/g]	AM241 ELS [Type] [Act]	Géométries dispo. : A, B, U, V, W Maximum= 40 kBq/g
	<sup>244</sup> Cm	HNO <sub>3</sub> 1N	-	CM244 ELS [Type] [Act]	Géométries dispo. : A, B, U, V, W Maximum= 40 kBq/g
β	<sup>3</sup> H	H <sub>2</sub> O	-	H3 ELS [Type] [Act]	Disponible uniquement en ampoules verre (types A et B) Maximum= 800 kBq/g
	<sup>14</sup> C	H <sub>2</sub> O	D-glucose [50μg/g] + formaldéhyde [1mg/g]	C14 ELS [Type] [Act]	Maximum= 800 kBq/g
	<sup>32</sup> P	HCL 0,1N	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> [10μg/g]	P32 ELS [Type] [Act]	Maximum= 800 kBq/g
	<sup>35</sup> S	HCL 0,1N	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> [10μg/g]	S35 ELS [Type] [Act]	Maximum= 800 kBq/g
	<sup>36</sup> Cl	H <sub>2</sub> O	NaCl [10μg/g]	CL36 ELS [Type] [Act]	Maximum= 800 kBq/g
	<sup>45</sup> Ca	HCL 0,1N	CaCl <sub>2</sub> [10μg/g]	CA45 ELS [Type] [Act]	Maximum= 800 kBq/g
	<sup>63</sup> Ni	HCL 0,1N	NiCl <sub>2</sub> [10μg/g]	NI63 ELS [Type] [Act]	Maximum= 800 kBq/g
	<sup>89</sup> Sr	HCL 0,1N	SrCl <sub>2</sub> [20μg/g]	SR89 ELS [Type] [Act]	Maximum= 800 kBq/g
	<sup>90</sup> Sr + <sup>90</sup> Y	HCL 0,1N	SrCl <sub>2</sub> [20μg/g] + YCl <sub>3</sub> [10μg/g]	SR90 ELS [Type] [Act]	-
	<sup>99</sup> Tc	H <sub>2</sub> O	-	TC99 ELS [Type] [Act]	Maximum= 800 kBq/g
	<sup>147</sup> Pm	HCL 0,1N	LaCl <sub>3</sub> [10μg/g]	PM147 ELS [Type] [Act]	Maximum= 800 kBq/g

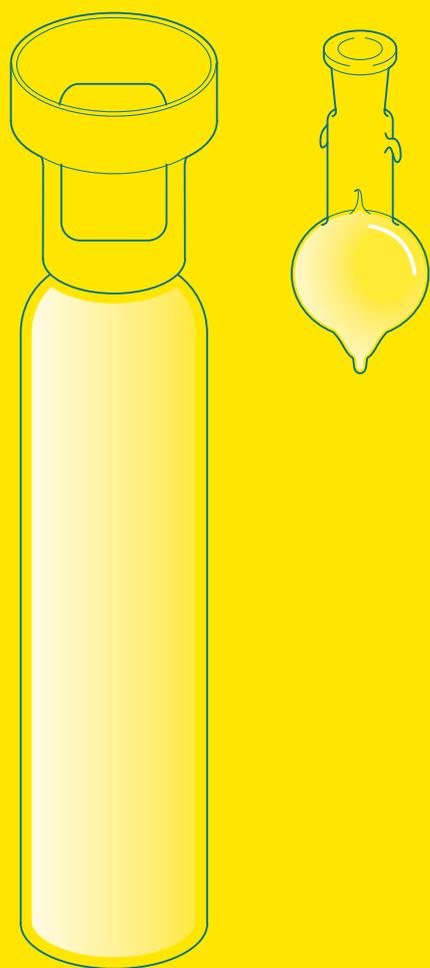
	Radionucléide	Milieu chimique	Entraîneur	Référence	Mentions particulières	
	<sup>22</sup> Na	HCL 0,1N	NaCl [10µg/g]	NA22 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>51</sup> Cr	HCL 0,1N	CrCl <sub>3</sub> [60µg/g]	CR51 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>54</sup> Mn	HCL 0,1N	MnCl <sub>2</sub> [26µg/g]	MN54 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>55</sup> Fe	HCL 0,1N	FeCl <sub>3</sub> [10µg/g]	FE55 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>57</sup> Co	HCL 0,1N	CoCl <sub>2</sub> [10µg/g]	CO57 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>59</sup> Fe	HCL 1N	FeCl <sub>3</sub> [10µg/g]	FE59 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>60</sup> Co	HCL 0,1N	CoCl <sub>2</sub> [10µg/g]	CO60 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>65</sup> Zn	HCL 0,1N	ZnCl <sub>2</sub> [55µg/g]	ZN65 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>85</sup> Sr	HCL 0,1N	SrCl <sub>2</sub> [20µg/g]	SR85 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>88</sup> Y	HCL 0,1N	YCl <sub>3</sub> [10µg/g]	Y88 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>109</sup> Cd	HCL 1N	CdCl <sub>2</sub> [10µg/g]	CD109 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>110m</sup> Ag	NH <sub>4</sub> OH 0.1N ou 1N	AgCN [10µg/g]	AG110 ELS [Type] [Act]	-	
β γ	<sup>113</sup> Sn	HCL 6N	SnCl <sub>4</sub> [10µg/g]	SN113 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>125</sup> I	H <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [50µg/g] + NaI [50µg/g]	I125 ELS [Type] [Act]	Disponible uniquement en ampoules verre (types A et B)	
	<sup>129</sup> I	H <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [50µg/g] + NaI [50µg/g]	I129 ELS [Type] [Act]	Disponible uniquement en ampoules verre (types A et B)	
	<sup>131</sup> I	H <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [50µg/g] + NaI [50µg/g]	I131 ELS [Type] [Act]	Disponible uniquement en ampoules verre (types A et B) Maximum= 800 kBq/g	
	<sup>133</sup> Ba	HCL 1N	BaCl <sub>2</sub> [33µg/g]	BA133 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>134</sup> Cs	HCL 0,1N	CsCl [10µg/g]	CS134 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>137</sup> Cs	HCL 0,1N	CsCl [10µg/g]	CS137 ELS [Type] [Act]	-	
	<sup>139</sup> Ce	HCL 0,1N	CeCl <sub>3</sub> [10µg/g]	CE139 ELS [Type] [Act]	-	
		<sup>152</sup> Eu	HCL 1N	EuCl <sub>3</sub> [10µg/g]	EU152 ELS [Type] [Act]	-
	Mix γ	12ML01*	HCL 1N	Mélange d'entraîneurs unitaires	12ML01 ELS [Type] [Act]	Disponible : •80 Bq/g •800 Bq/g •40 kBq/g •800 kBq/g

Tolérance de fabrication standard : ± 30% • Catégorie AIEA : 5

\* Le mélange 12ML01 – <sup>241</sup>Am, <sup>109</sup>Cd, <sup>139</sup>Ce, <sup>57</sup>Co, <sup>60</sup>Co, <sup>51</sup>Cr, <sup>137</sup>Cs, <sup>113</sup>Sn, <sup>54</sup>Mn, <sup>65</sup>Zn, <sup>85</sup>Sr, <sup>88</sup>Y – permet de générer environ 15 pics sur une plage d'énergie allant de 60 keV à 1836 keV. La quantité de chaque radionucléide est choisie de façon que les taux de comptage du pic principal de chaque radionucléide soient du même ordre de grandeur. Voir le chapitre "Sources gamma sur mesure" pour des compléments d'informations sur le mélange 12ML01 et sur les autres mélanges disponibles.



# Sources gaz



# Sources gaz EZS

**Le LEA propose du  $^{85}\text{Kr}$  sous forme de gaz conditionné en ampoules de verre ou en bouteilles métalliques.**

Nos sources de gaz sont utilisées pour des besoins en métrologie de détection, dans le cadre de la surveillance environnementale des rejets d'installations nucléaires.

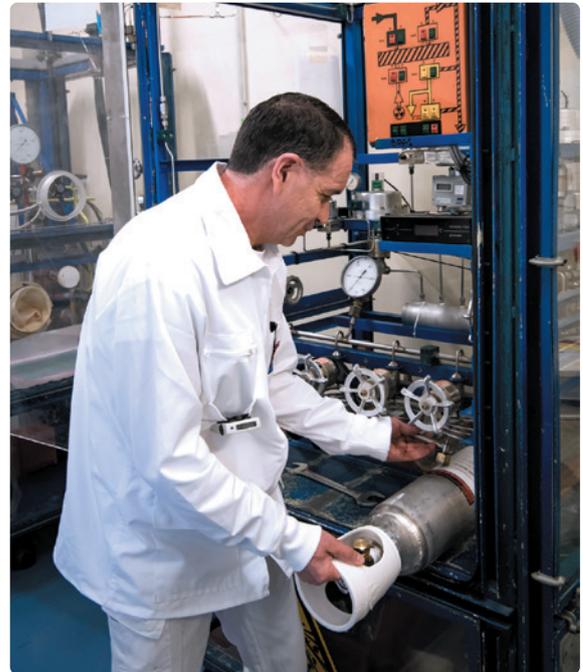
Les systèmes de mesure associés sont principalement des chambres d'ionisation, des détecteurs Geiger Muller ou des balises de surveillance atmosphérique installées sur le procédé.

## Informations techniques

Nos sources de  $^{85}\text{Kr}$  (ampoules ou bouteilles) sont considérées comme des sources non scellées.

Les tolérances de fabrication sont de +/- 30%. L'incertitude associée à la mesure de l'activité volumique est de +/-5% à  $k=2$ .

La pression par défaut dans les bouteilles métalliques est de 100 bar. La pression dans les ampoules est inférieure à 0,5 bar.



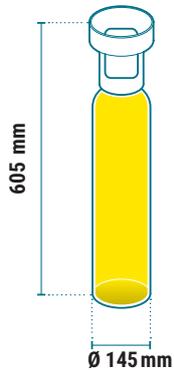
Mise en place d'une bouteille de  $^{85}\text{Kr}$  vide © LEA



Remplissage d'une ampoule de  $^{85}\text{Kr}$  © LEA

**Type E** *Bouteille*

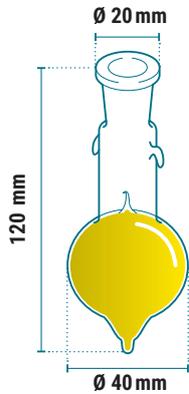
Volume utile 5 000 cm<sup>3</sup>



Radionucléide	Activité volumique	Incertitude de mesure à k=2	Activité équivalente	Référence
Sous accréditation COFRAC*				
85Kr	0.2 kBq/cm <sup>3</sup>	5%	100 MBq	KR85 EZS E 20

**Type A** *Ampoule*

Volume utile 3 cm<sup>3</sup>



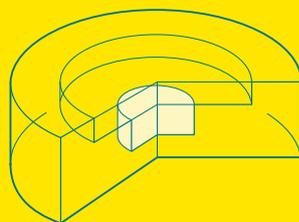
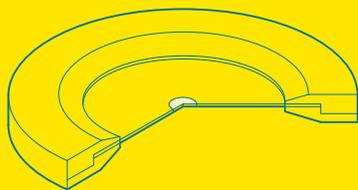
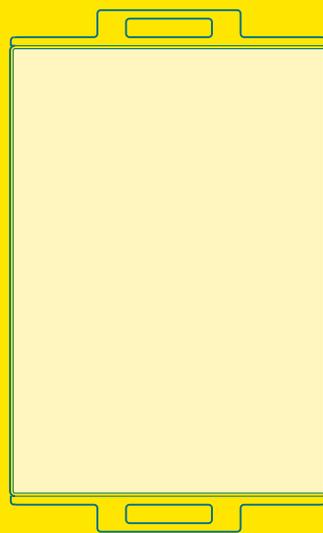
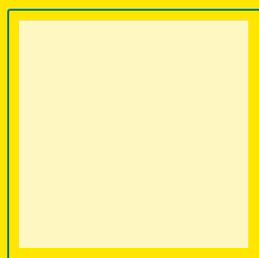
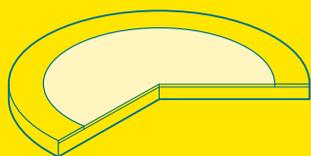
\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

Radionucléide	Activité totale	Incertitude de mesure à k=2	Référence
85Kr	240 kBq	5%	KR85 EZS A 40
	120 MBq	5%	KR85 EZS A 60

Le LEA propose également des conteneurs gaz de type SG500 ou SG3000, équipés de cannes de prélèvement et de raccords staubli montés (voir page 81).



# Sources médicales



# Applications clés

**Les sources scellées utilisées en médecine nucléaire servent principalement à réaliser les contrôles de bon fonctionnement (non dérive, rendement, homogénéité) ou les étalonnages de plusieurs types d'équipements clef en radiodiagnostic:**

- Caméras **SPECT** (utilisant les rayonnements gamma)
- Caméras **TEP** (utilisant les rayonnements beta) voir p.76 pour les sources TEP
- **Activimètres** utilisés pour vérifier l'activité des produits radiopharmaceutiques injectés aux patients
- **Détecteurs puits** utilisés pour la mesure des tubes échantillons
- **Moyens de radioprotection** utilisés par le personnel des services de médecine nucléaire



Gamma Caméra portable  
© DAMAVAN IMAGING

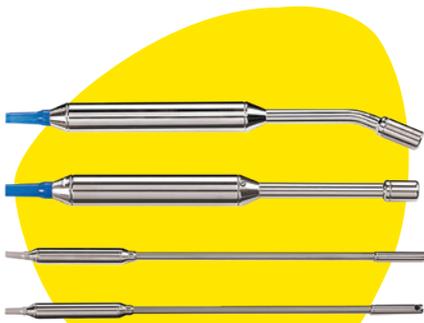


1



2

1 SPECT Symbia Intevo  
2 TEP Biograph Vision™  
© SIEMENS HEALTHINEERS



Sondes peropératoires utilisées en complément de l'imagerie pour le repérage du ganglion sentinelle dans les cancers du sein et du mélanome  
© EURO MEDICAL INSTRUMENTS



Activimètre utilisé en médecine nucléaire pour connaître avec précision l'activité administrée aux patients  
© ORION-France

# Galettes

**Le LEA produit et distribue des Floods, sources étendues rectangulaires de  $^{57}\text{Co}$  pour toutes les gamma-caméras à champ rectangulaire, afin de contrôler les réglages nominaux et l'uniformité de réponse du système.**

Ces sources scellées sont a minima classifiées C22212 selon la norme ISO2019.

Elles sont constituées d'une coque rigide contenant une résine dans laquelle le radionucléide est uniformément réparti. Conformément à la réglementation française\*, les Floods présentent un pourcentage de non-uniformité différentielle  $\leq 3\%$  sur l'ensemble de la surface active.

En option, elles sont équipées de poignées, limitant ainsi la dosimétrie au niveau des mains et facilitant les manipulations. Des valises mobiles radioprotégées sont disponibles pour faciliter les déplacements et l'entreposage des Floods.

\* décision du 25/11/2008 fixant les modalités du contrôle de qualité des installations de médecine nucléaire à visée diagnostique, JORF n°0289 du 12/12/2008 texte n°46.

Radionucléide	Activité	Référence
$^{57}\text{Co}$	370 MBq	C057 EHS [Type] 40 / C057#BM01L-10
	550 MBq	C057 EHS [Type] 45 / C057#BM01L-15
	740 MBq	C057 EHS [Type] 50 / C057#BM01L-20

## Comment composer la référence ?

Remplacez [Type] par la lettre *I* si vous désirez des poignées ou *H* sans poignées.  
Par exemple : **C057 EHS H 40.**

## Géométries

Galette C057 © LEA



444 mm



734 mm



Modèle de Flood LEA disponible avec ou sans poignée (à préciser au moment de la commande).

Les dimensions totales du modèle sans poignée sont de 63,4 x 44,4 cm respectivement pour la longueur et la largeur.

Valise radioprotégée LEA pour l'entreposage des Floods.

## Le LEA peut également proposer d'autres géométries de floods :

- carrée, de dimensions totales 29 x 29 cm et de surface active 25 x 25 cm pour des activités de 555 MBq et 740 MBq

type d'équipement : gamma caméra CZT



Square series BM05  
© Radqual

# Stylos marqueur

Les stylos marqueurs sont utilisés pour du repérage anatomique en imagerie.

Le  $^{57}\text{Co}$  est déposé dans un embout creux, lui-même vissé et scellé à l'extrémité d'une tige en aluminium.

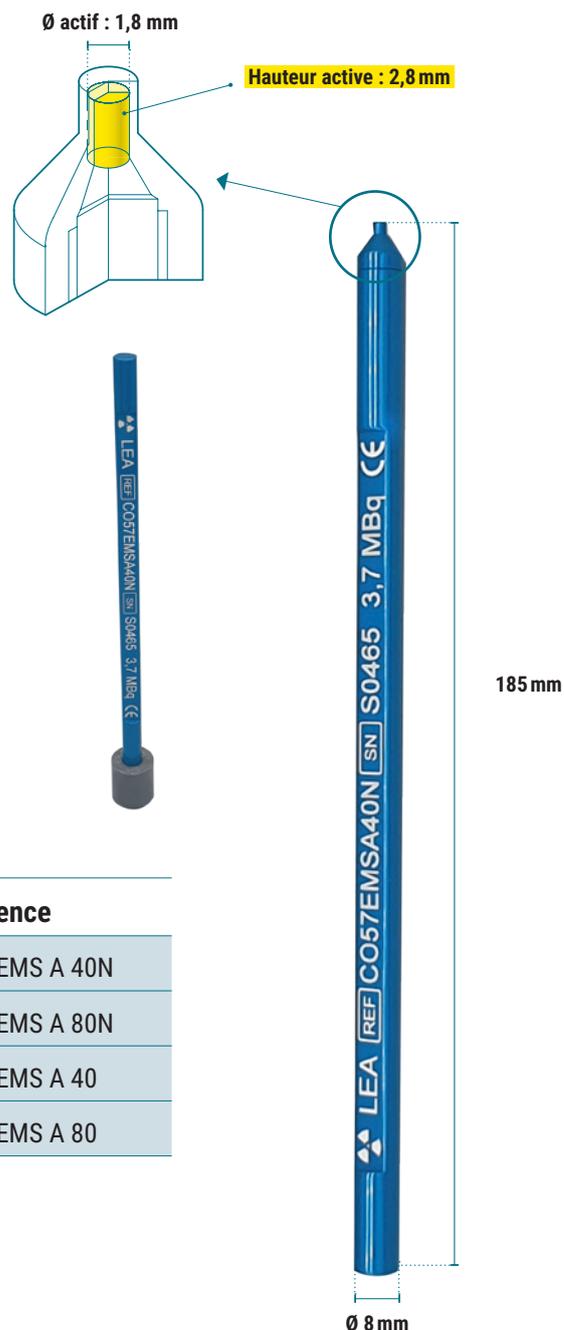
Ils sont livrés avec leur support plombé pour la protection du personnel et l'entreposage.



Il est rappelé que les stylos marqueurs **ne sont pas des sources ponctuelles**, et à ce titre ne doivent pas être utilisés pour étalonner ou contrôler les sondes (ex. sondes péropératoires).

## Géométrie disponible

### Type A



Radionucléide	Activité	Référence
$^{57}\text{Co}$	3,7 MBq	C057 EMS A 40N
	7,4 MBq	C057 EMS A 80N
	3,7 MBq*	C057 EMS A 40
	7,4 MBq*	C057 EMS A 80

Tolérance de fabrication : -15% +30%

Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C22212 • Marquage CE

Les références 40 et 80 sont fournies avec un certificat d'étalonnage

Les incertitudes de mesure associées sont inférieures à 10% à k=2.

Dispositif médical de classe I, conformément au règlement européen n° 2017/745.

# Sources pour activimètres

Les contrôles de fidélité, de répétabilité et de justesse des activimètres nécessitent réglementairement\*, l'utilisation de deux sources de constance, disposant d'un certificat d'étalonnage d'activités minimales suivantes au moment du contrôle :

- $^{57}\text{Co}$  activité supérieure ou égale à 40 MBq,
- $^{137}\text{Cs}$  activité supérieure ou égale à 5 MBq,
- $^{133}\text{Ba}$  activité supérieure ou égale à 5 MBq.

Les sources de vérification pour activimètres sont des sources scellées, présentées en flacon plastique permettant une manipulation aisée et sûre. Le radionucléide est réparti de manière homogène au sein d'une résine thermodurcissable.

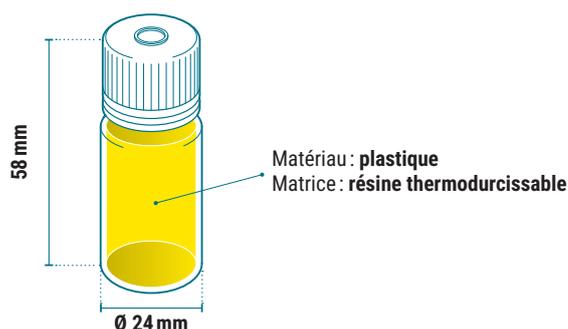
Les radionucléides fournis par le LEA présentent des raies d'émission voisines de celles des radionucléides les plus utilisés en médecine nucléaire ( $^{18}\text{F}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{123}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{201}\text{Tl}$ ).

\* décision du 25/11/2008 fixant les modalités du contrôle de qualité des installations de médecine nucléaire à visée diagnostique, JORF n°0289 du 12/12/2008 texte n°46.

## Géométrie standard

### Type F

Volume utile  $10 \text{ cm}^3$



Radionucléide	Activité	Incertitude de mesure à k=2	Référence
$^{133}\text{Ba}$	10 MBq	$\leq 3\%^*$	BA133 EGA F 50
	20 MBq	$\leq 3\%^*$	BA133 EGA F 55
$^{57}\text{Co}$	100 MBq	$\leq 3\%^*$	C057 EGA F 80
	200 MBq	$\leq 3\%^*$	C057 EGA F 90
	370 MBq	$\leq 3\%^*$	C057 EGA F 100
$^{137}\text{Cs}$	10 MBq	$\leq 3\%^*$	CS137 EGA F 50
	20 MBq	$\leq 3\%^*$	CS137 EGA F 55
	40 MBq	$\leq 3\%^*$	CS137 EGA F 65

Tolérance de fabrication : -15% /+30%

Catégorie AIEA : 5 • Classification ISO2919 : C22212

\* Sur demande, l'étalonnage des sources peut être réalisé sous accréditation COFRAC\*\*.

Les incertitudes de mesure associées sont inférieures ou égales à 3% à k=2.

\*\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

D'autres radionucléides peuvent être fournis sur demande ( $^{60}\text{Co}$ ...)

## Sources ponctuelles

Les sources gamma ponctuelles servent à régler l'orientation des gamma caméras et permettent également de contrôler les sondes péropérateurs<sup>1</sup>.

Les sources EGS les plus vendues dans le milieu médical sont les types A (EGS A) et V (EGS V) en <sup>22</sup>Na, <sup>57</sup>Co, <sup>133</sup>Ba ou <sup>137</sup>Cs.

Voir chapitre Sources gamma ponctuelles, type EGS, pages 30 à 33.

<sup>1</sup> Tel que défini en France par la décision du 25 novembre 2008 fixant les modalités du contrôle de qualité des installations de médecine nucléaire à visée diagnostique.



EGS V



EGS A

## Sources pour équipements de radioprotection

Les sources adaptées aux équipements de radioprotection utilisées dans les services de médecine nucléaire sont consultables :

- page 16 pour les sources disques,
- page 20 pour les sources rectangulaires et carrées.



Sources disques



Sources rectangulaires et carrées

## Sources pour le secteur médical

Le LEA peut fournir les sources de calibration et contrôle pour les principaux équipements TEP (Tomographie par Émission de Positons) notamment Siemens, General Electric et Philips.

**Siemens** : Biograh PET/CT Classic, Biograph MCT ou Horizon, Biograph 6/40 True V, Inveon 120, Biograph mmR, Biograph Vision,

**GE** : Discovery CT, Discovery 600/610, Discovery 690, Discovery 710, Discovery IQ,

**Philips** : Gemini TF, Vereos, Ingenuity.

**Spectrum Dynamics** : D Spect – Veriton

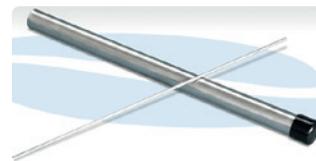
Le LEA commercialise également des sources étalons pour activimètres en <sup>68</sup>Ge, qui peuvent être fournies en flacons de type V-Vial ou en format et type seringue, d'activité 18,5 ou 37 MBq.



Sources étalons pour activimètres en <sup>68</sup>Ge fournies en Flacon V-Vial  
© Radqual



VQC Phantom 68Ge  
© Sanders



Spectrum Dynamics Line Sources Co57  
© Radqual

# Autres sources

En complément des sources catalogue, le LEA est en mesure de vous proposer des produits et services spécifiques, adaptés à vos projets :

- **Sources étalons sur mesure** (activités, incertitudes, tolérances, géométries, matrices, supports...) de production LEA, ou fournies par des fabricants partenaires du LEA
- **Sources de haute activité** importées et services associés (transport, entreposage, reprise...)
- **Accessoires** catalogue et sur-mesure associés à l'utilisation de ces sources
- **Reprise de sources usées** et autres services

Vous trouverez ci-après des illustrations des produits et services proposés.

N'hésitez pas à nous contacter pour de plus amples informations !

## Sources étalon sur mesure

Au-delà des références catalogue présentées dans les pages précédentes, le LEA peut produire des sources spécifiquement adaptées à vos besoins.

### Processus

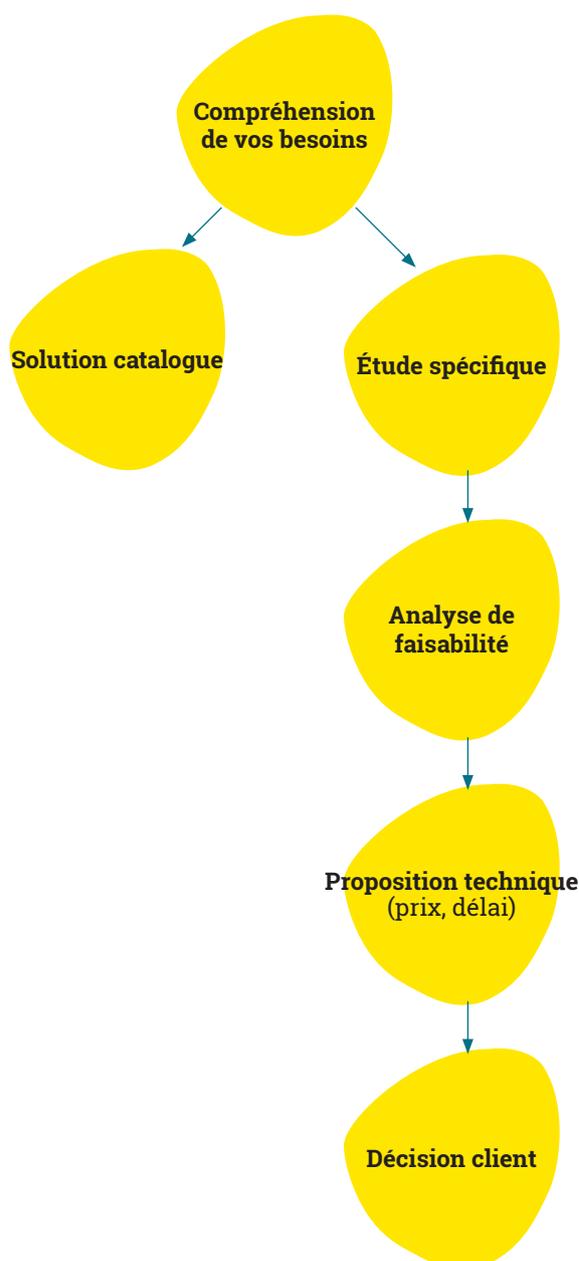
A partir de vos besoins/spécifications, une étude interne est alors initiée pour valider :

- la faisabilité de production (fabrication et mesure si besoin) de la source dans le respect du périmètre d'autorisation du LEA,
- la possibilité ou non d'émettre un certificat d'étalonnage sous accréditation COFRAC\* si besoin,
- le niveau d'incertitude de la mesure,
- le type d'emballage et transport associé, ou à défaut, pour proposer un modèle catalogue proche des caractéristiques souhaitées.

Cette étude de faisabilité permet également de définir le prix et le délai associé à la fourniture demandée.

Si la source est proche d'une de nos références catalogue, le délai de réalisation peut être très court (quelques semaines).

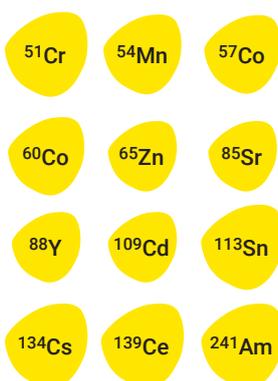
Pour les cas plus complexes, nécessitant de la R&D et/ou une évolution de l'autorisation du LEA, le délai associé à l'étude et le financement nécessaire vous sont alors communiqués pour validation préalable.



## Exemples de sources produites sur mesure

### Mélange spécifique de radionucléides

Le LEA propose en catalogue des sources multi-nucléides en alpha et en gamma. Le laboratoire est également en mesure de proposer des étalons multi-nucléides (de 3 à 12 radionucléides) en produit sur-mesure. Le poids de chaque radionucléide dans le mélange peut être précisé par le client. Par défaut, l'activité est identique pour chaque radionucléide ou est déterminée de sorte que les comptages pour chacune des énergies soient équivalents.



\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

### Activités ou flux spécifiques

Le champ des activités possibles par radionucléide et type de géométrie LEA est précisé dans les chapitres précédents.

En termes d'incertitude, la portée COFRAC\* du LEA définit le niveau d'incertitude minimal que le LEA peut remettre sous accréditation. Si un certificat COFRAC\* n'est pas exigé, nous pourrions être en mesure de proposer des incertitudes réduites : consultez-nous pour cela.



### Tolérance de fabrication réduite ou spécifique

Le LEA peut proposer, dans la mesure de ses possibilités en fabrication, des produits sur mesure avec une tolérance de fabrication réduite ou dissymétrique : par exemple, - 0 % / + 30% garantissant ainsi une activité minimale pour assurer un comptage suffisant sur vos appareils, ou, à l'inverse, -30% / +0% garantissant une activité maximale pour ne pas saturer vos chaînes de mesure, ou rester dans le respect de votre autorisation de détention.



# Sources étalon sur mesure

## Exemples de sources produites sur mesure

### Diamètre actif spécifique

Selon la taille de vos détecteurs, une surface active plus ou moins importante peut être requise pour la source étalon. Les diamètres actifs possibles par type de source et géométrie sont précisés dans les chapitres précédents.

### Matrices spécifiques

Sable, sol, ciment, équivalents gaz... nous pouvons étudier la réalisation d'étalons sur mesure dans des matrices proches de ce que vous avez besoin de contrôler ou caractériser.

### Milieu de dilution spécifique

Les solutions fabriquées par le LEA sont fournies selon une composition chimique donnée (en particulier milieu de dilution et molarité). Un milieu spécifique peut être proposé en produit sur mesure à votre demande.

### Capsules



*Voir le chapitre sources gamma pour plus de détails et d'exemples de réalisation*

Le LEA propose des sources scellées sous forme de capsules pour les activités < 1MBq.

Pour les sources scellées > 1 MBq, la norme ISO 2919 (radioprotection – sources radioactives scellées – exigences générales et classification) impose de garantir a minima une classification C22212 pour les sources d'étalonnage (ou une classification spécifique plus contraignante, selon l'utilisation visée). Les contraintes sur la source, associées au niveau de classification souhaité, peuvent engendrer des développements spécifiques, et dans tous les cas, nécessitent de réaliser des essais en vue d'obtenir cette classification.

## Supports spécifiques client

### Flaconnage spécifique client

Des essais seront nécessaires, aussi 5 exemplaires de flacons vous seront demandés.



Source 12ML résine dans un flacon 500 ml et 1 litre fournis par un client



Source 12ML résine dans un flacon 30 ml fourni par un client

### Filtres papier Bernard Dumas de verre ou de cellulose

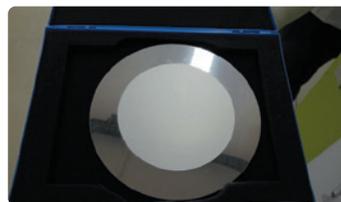
Utilisés dans les balises de surveillance de l'environnement dans les installations nucléaires.



### Couppelles inox (sources étalées)



Diamètre externe 55mm, diamètre actif 52,5mm



Diamètre externe 144 mm, diamètre actif 100 mm

### Divers



Supports inox fournis par le client



Source de dimension active 38 x 43 mm, dimension externe 44 x 49 mm montée sur un support inox spécifique

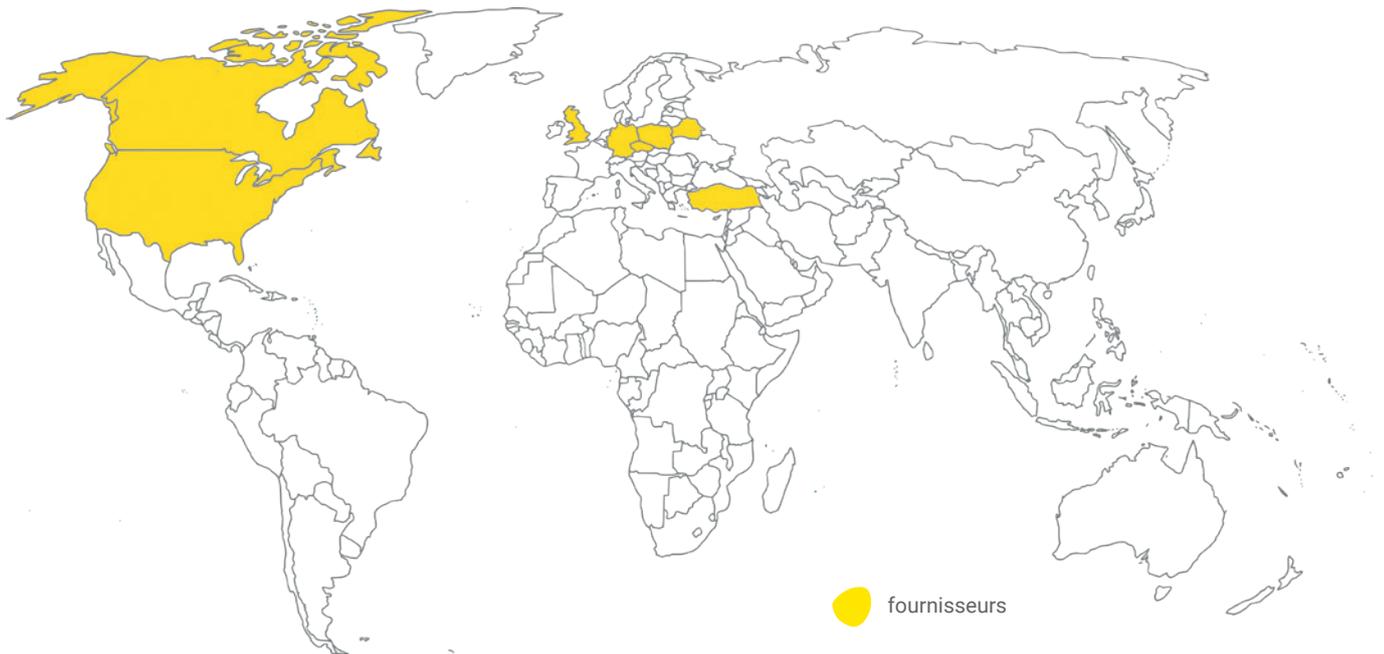
## Sources de fabricants tiers

Pour vos demandes qui ne peuvent être satisfaites par notre propre production, nous sommes en mesure d'importer et distribuer des produits (sources et accessoires) fabriqués par nos partenaires. Le LEA prend en charge toutes les formalités d'import, livraison, reprise et renvoi des sources en fin de vie.

### Sources d'étalonnage (hors gamme de fabrication LEA)

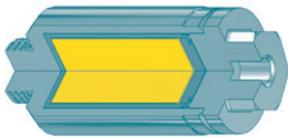
- Étalons d'activité alpha
- Étalons d'activité beta
- Étalons X
- Étalons d'activité gamma

- Étalons pour contrôle de contamination surfacique
- Étalons multi gamma / spectrométrie
- Étalon gaz



## Les sources de forte activité pour la recherche et l'industrie

**Sources de Diagraphie** pétrolière (OWL Oil Well Logging) ou minière : sources de  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , AmBe et  $^{252}\text{Cf}$ .



© QSA  
Global

**Sources de Contrôle procédé** dans les installations du cycle du combustible nucléaire : sources de  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , AmBe et  $^{252}\text{Cf}$ .

**Sources de BTP et agriculture:** sources neutron et gamma pour les mesures d'humidité et de densité des sols. Les sources sont utilisées pour déterminer la teneur en eau de matériaux en vrac (silo agricole, gravier, copeaux de bois, ...) ou la densité des sols par mesure avec une source émettrice de neutrons (type AmBe) ou par association d'une source de  $^{137}\text{Cs}$  et d'une source d'AmBe.

### Sources de Jauges pour l'industrie:

- mesures de grammage du papier (sources bêta de  $^{85}\text{Kr}$  et  $^{147}\text{Pm}$ ),
- mesures d'épaisseur et de densité (sources bêta de  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{85}\text{Kr}$  et  $^{147}\text{Pm}$ ),
- contrôles de niveau de remplissage (sources  $^{241}\text{Am}$  et  $^{137}\text{Cs}$ ).

**Source de Fluorescence X** pour la détection de plomb dans les peintures. Les sources proposées par le LEA sont en  $^{109}\text{Cd}$  et  $^{57}\text{Co}$  pour une activité qui s'étend de 180 à 850 MBq. Ces capsules sont en acier inoxydable.



# Accessoires & services

## Sources

### 8 Sources solides $\alpha$ et $\beta$

12 Sources  $\alpha$  ponctuelles EAS

14 Sources  $\beta$  ponctuelles EBS

16 Sources  $\alpha$  et  $\beta$  étalées ESA

22 Sources  $\alpha$  et  $\beta$  sur mesure

### 26 Sources solides X et $\gamma$

30 Sources  $\gamma$  ponctuelles EGS

34 Sources  $\gamma$  capsules EGSK

36 Sources X ponctuelles EXS

37 Sources  $\gamma$  en matrice végétale EGE

38 Sources  $\gamma$  en matrice résine EGR

42 Sources  $\gamma$  en cartouche de charbon actif EDC

44 Sources  $\gamma$  en filtre papier ESB

46 Sources solides X et  $\gamma$  sur mesure

### 54 Sources liquides

### 62 Sources gaz

### 66 Sources médicales

69 Galettes

70 Stylos marqueur

71 Sources pour activimètres

72 Sources ponctuelles  
Sources pour équipements de radioprotection

### 73 Autres sources

74 Sources étalon sur mesure

78 Sources de fabricants tiers

## Accessoires & services

### 82 Accessoires

Emballages de transport type A

Coffret pour source  $\beta$  ou  $\gamma$

Valises

Pots de plomb

Coffre pour stockage de sources

Protections biologiques spécifiques

### 83 Porte-source

Pinces

Casse ampoules

### 84 Centreurs

Flacon Marinelli ou SG

Conteneurs métalliques gaz

### 85 Projets clefs-en-main pour des sources de haute activité

### 86 Services

Reprise des sources

Entreposage de sources

### 87 Étalonnage et caractérisation de sources

Pesées de précision

Formation

## Annexes

### 90 Comment passer commande ?

### 91 Réglementation applicable

### 92 Qualité et traçabilité

### 93 Certificat d'étalonnage

### 94 Tolérances de fabrication Durée de vie des sources

### 95 Informations techniques

Incertitudes

Unités

Source étalon

Pureté radioactive

### 98 Données nucléaires

# Accessoires

Afin de faciliter vos manipulations de sources, voici une liste non exhaustive d'accessoires développés ou distribués par le LEA. Contactez-nous pour toutes demandes.

## Emballages

### Emballages de transport

type A



MC1 © Nuc emballage



TC1 © Nuc emballage



Source box



1913 LVNF © LEA

### Coffrets

pour sources bêta ou gamma



### Valises

Valise d'entreposage blindée pour galette de <sup>57</sup>Co.



## Protections

### Pots de plomb



### Coffre pour stockage de sources



© Manutan

### Protections biologiques spécifiques

Le LEA conçoit et réalise avec ses partenaires des protections biologiques (neutron ou gamma) dans le cadre d'opérations mettant en œuvre des sources fortement actives. Ces protections peuvent être utilisées en entreposage ou transport sur installation, ou comme outillage pour faciliter les manipulations de sources (montage/démontage, transfert, ...).



© Total

Protection en briques et verre en plomb dans le cadre d'un projet de démantèlement de sources (source <sup>133</sup>Ba)

## Porte-source et Préhension

**Porte-source** pour la réalisation des contrôles de sondes de radioprotection en installation.



**Porte-source** pour sources alpha électro-déposées (type EAS) utilisées pour les balises EDGAR.



**Porte-source** permettant l'intégration des sources capsules à l'équipement de mesure.



**Porte-source** adapté aux détecteurs puits.



**Porte-source** adapté aux actions de formations.

Référence EGSD



**Pinces** pour manipuler les sources afin d'éviter de déposer une pellicule de gras sur les sources alpha (ce qui aurait pour conséquence de dégrader le signal émergent).



**Casse-ampoule** permettant de faciliter l'ouverture des ampoules de verre.



# Accessoires

## Spectrométrie

**Centreurs** permettant de maîtriser le positionnement des sources par rapport au détecteur.



Centreurs modulaires 3 en 1, adapté à un capot de détecteur GeHP de 78 mm de diamètre, pour le positionnement de 3 géométries différentes : filtre de diamètre 52 mm, filtre de diamètre 120 mm ou flacon SG50.

## Flacons Marinelli ou SG

Produit	Cm <sup>3</sup>	Référence
Flacon plastique type Beaker Marinelli	250	9ACETL11
Flacon plastique type Beaker Marinelli	500	9ACETL9
Flacon plastique type Beaker Marinelli	1 000	9ACETL1
Flacon plastique type SG50N	50	9ACETL5
Flacon plastique marron	50	9ACETL7
Flacon plastique type SG500N	500	9ACETL6
Flacon plastique marron	500	9ACETL8
Flacon type SG3000	3 000	9ACETL2
Flacon type SG15	15	9ACETL3



## Conteneurs métalliques gaz



SG500



SG3000

Le LEA propose également des conteneurs gaz de type SG500 ou SG3000, équipés de cannes de prélèvement et de raccords staubli montés. Ces conteneurs SG500 et SG3000 sont fournis avec un certificat d'étalonnage en volume et un PV de tenue de pression à 7 bar. Ces conteneurs gaz permettent d'effectuer des prélèvements de gaz spécifiques en vue d'analyses spectro-gammamétriques, essentiellement dans les centrales nucléaires.

# Projets clefs-en-main pour des sources de haute activité

Le LEA dispose d'un **large spectre d'autorisations et compétences** pour importer, distribuer et reprendre des sources de haute activité en incluant les opérations de transport et remplacement de ces sources :

- **Large réseau de fournisseurs et partenaires** permettant de couvrir un large spectre de prestations, notamment avec Orano (sûreté, ingénierie, transports) et avec des laboratoires primaires en métrologie pour caractériser les sources,
- **Maîtrise des exigences réglementaires**, en particulier françaises,
- **Locaux sécurisés** au sein de la plateforme industrielle du Tricastin, offrant une grande souplesse logistique, en particulier des locaux en zone pour réaliser des interventions sur des sources ou des opérations de montage / démontage,
- Des partenaires pour réaliser la mise au gabarit, le **reconditionnement ou le recyclage** de sources,
- Un local **d'entreposage** des sources (neuves et usées) sûr pour gérer les périodes transitoires.

Dans ce domaine, le LEA a déjà une expérience reconnue en particulier pour les sources neutrons ( $^{252}\text{Cf}$  et  $\text{AmBe}$ ) et les sources gamma ( $^{60}\text{Co}$ ) pour diverses applications : la fabrication de crayons de démarrage des réacteurs nucléaires de type EPR, le contrôle gamma de crayons combustibles, le remplacement de sources de gammagraphie industrielle dans les usines de procédés nucléaires ou pour des irradiateurs.



Ligne de fabrication des crayons de démarrages des réacteurs nucléaires de type EPR © LEA



Télémanipulation de sources de rayonnement gamma utilisé pour étudier le comportement de matériaux sous irradiation © IRSN Saclay

## Services

En plus de l'approvisionnement en sources neuves (catalogue et sur-mesure) et la réalisation de projets clés en main, le LEA propose plusieurs services.

### Reprise des sources

Le LEA s'engage à reprendre toutes les sources scellées de sa fabrication et étudie au cas par cas la reprise de celles fournies par d'autres fabricants.

Le LEA ne reprend généralement pas les sources non scellées. Il est toutefois possible d'étudier une solution d'élimination si existante.

Le LEA dans le cadre de la reprise de sources :

- Vous accompagne dans la préparation des dossiers et vous conseille sur le conditionnement des colis (fourniture de kits d'emballage sur demande) dans le respect de la réglementation Transport,
- Planifie l'enlèvement et le transport de reprise sur demande,
- Emet les attestations de reprise après réception et contrôle des colis,
- Entrepasse les sources de façon sûre et sécurisée,
- Gère l'élimination des sources usées vers les filières adéquates.

### Entreposage de sources

Le LEA dispose d'une surface sécurisée de 4000m<sup>2</sup> et des autorisations nécessaires pour entreposer des sources usées en attente de reprise vers leur fournisseur.

Les formulaires administratifs sont disponibles sur notre site internet : [www.lea-sources.com](http://www.lea-sources.com)

Les conditions de reprise des sources usées sont définies dans nos CGV - Rubrique "Documents Utiles".





---

## Étalonnage et caractérisation de sources

Le LEA peut réaliser, en propre ou avec des partenaires, la mesure de sources fournies par les clients, en prenant en charge les emballages, le transport des sources et la gestion administrative associée si besoin. Le LEA fournit alors un rapport de mesure ou un certificat d'étalonnage. Cette caractérisation peut être couplée avec la reprise de sources pour les sources dont le LEA maîtrise la filière d'élimination.



---

## Pesées de précision

Le LEA réalise des pesées de précision en zone contrôlée grâce à des balances de précision étalonnées au microgramme ( $\mu\text{g}$ ).

---

## Formation

Le LEA peut organiser des formations sur l'utilisation des sources en radioprotection ou en métrologie. Des sources et appareils de mesure peuvent être mis à disposition par le LEA. Les participants sont encadrés par le personnel du LEA (fabricants, techniciens mesure, personne compétente en radioprotection).



# Annexes

## Sources

### 8 Sources solides $\alpha$ et $\beta$

12 Sources  $\alpha$  ponctuelles EAS

14 Sources  $\beta$  ponctuelles EBS

16 Sources  $\alpha$  et  $\beta$  étalées ESA

22 Sources  $\alpha$  et  $\beta$  sur mesure

### 26 Sources solides X et $\gamma$

30 Sources  $\gamma$  ponctuelles EGS

34 Sources  $\gamma$  capsules EGSK

36 Sources X ponctuelles EXS

37 Sources  $\gamma$  en matrice végétale EGE

38 Sources  $\gamma$  en matrice résine EGR

42 Sources  $\gamma$  en cartouche de charbon actif EDC

44 Sources  $\gamma$  en filtre papier ESB

46 Sources solides X et  $\gamma$  sur mesure

### 54 Sources liquides

### 62 Sources gaz

### 66 Sources médicales

69 Galettes

70 Stylos marqueur

71 Sources pour activimètres

72 Sources ponctuelles Sources pour équipements de radioprotection

### 73 Autres sources

74 Sources étalon sur mesure

78 Sources de fabricants tiers

## Accessoires & services

### 82 Accessoires

Emballages de transport type A

Coffret pour source  $\beta$  ou  $\gamma$

Valises

Pots de plomb

Coffre pour stockage de sources

Protections biologiques spécifiques

### 83 Porte-source

Pinces

Casse ampoules

### 84 Centreurs

Flacon Marinelli ou SG

Conteneurs métalliques gaz

### 85 Projets clefs-en-main pour des sources de haute activité

### 86 Services

Reprise des sources

Entreposage de sources

### 87 Étalonnage et caractérisation de sources

Pesées de précision

Formation

## Annexes

### 90 Comment passer commande ?

### 91 Réglementation applicable

### 92 Qualité et traçabilité

### 93 Certificat d'étalonnage

### 94 Tolérances de fabrication Durée de vie des sources

### 95 Informations techniques

Incertitudes

Unités

Source étalon

Pureté radioactive

### 98 Données nucléaires

## Comment passer commande ?

**Voici en quelques lignes la façon de procéder. Si vous avez la moindre question, notre équipe commerciale est à votre écoute.**

#01 Contactez notre équipe commerciale pour exprimer votre besoin par mail ([sales@lea-sources.com](mailto:sales@lea-sources.com)) ou téléphone (04 75 96 56 00).

#02 Nous envoyons un devis le plus rapidement possible compte tenu de la spécificité de votre besoin (sources et accessoires catalogues ou sur-mesure, spécificités logistiques ou administratives...) ainsi que nos Conditions Générales de Vente (CGV) et les documents requis (disponibles sur notre site internet [www.lea-sources.com](http://www.lea-sources.com)):

- Attestation d'autorisation de détention des sources
- Certificat d'utilisateur final (CUF) pour les sources soumises au contrôle des Biens à Double Usage,
- Formulaires réglementaires (ex. pour l'IRSN en France, DFSS pour les sources scellées supérieures aux seuils d'exemption).

#03 Envoyez votre commande et les documents requis.

#04 Vous recevrez en retour, un accusé de réception commande (ARC) vous indiquant la date d'expédition de vos sources.

# Réglementations applicables

Basé en France, le LEA est autorisé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire française (ASN) au titre du **Code de la Santé Publique** (autorisation ASN F530042) pour la fabrication, la distribution, l'importation et l'exportation de radionucléides, de sources, de produits ou de dispositifs pour des applications industrielles, médicales ou destinées à la recherche.

Nos sources scellées d'activité sont conformes à la norme **ISO 2919** validant leur étanchéité suite à des tests spécifiques.

Le LEA s'inscrit également dans l'application de la **réglementation transport** européenne (ADR) et internationale (AIEA OACI, IATA).

Certaines sources sont soumises au contrôle des biens à double usage (« Export Control »), conformément au règlement CE 428/2009 du Conseil du 5 mai 2009 et ses révisions à venir. Ces sources font l'objet d'une demande d'attestation spécifique (CUF Certificat d'Utilisateur Final). Elles sont clairement identifiées en rouge dans le catalogue.

Il est rappelé à nos clients étrangers qu'ils sont tenus de respecter strictement les exigences réglementaires du pays dans lequel ils prennent propriété et utilisent les sources fournies par le LEA.

Les radionucléides et seuils concernés par les biens à double usage sont:

Quelle que soit l'activité :

Uranium 233      Uranium 235      Plutonium 239

Pour des activités supérieures à 0,7mCi (0,26 GBq):  
Neptunium 237

Pour des activités supérieures à 10mCi (0,37 GBq):  
Radium 226

Pour des activités supérieures 100mCi (3,7 GBq) :

Actinium 225	Actinium 227	Californium 253
Curium 240	Curium 241	Curium 242
Curium 243	Curium 244	Einsteinium 253
Einsteinium 254	Gadolinium 148	Plutonium 236
Plutonium 238	Polonium 208	Polonium 209
Polonium 210	Radium 223	Thorium 227
Thorium 228	Uranium 230	Uranium 232

Quelle que soit l'activité d'Amercium 241 :

Toute source neutron AmBe à destination d'un pays hors Union Européenne.



## Qualité et traçabilité

Le système Qualité du LEA répond aux exigences des standards français et internationaux.

Le LEA est :

- **certifié ISO 9001** (certificat 2019/83489.1), attestant de la cohérence de l'ensemble de son système de Management de la Qualité (fabrication, mesure, vente de sources radioactives);
- **accrédité COFRAC\*** pour l'étalonnage dans le domaine des rayonnements ionisants (NF EN ISO/IEC 17025: 2017, portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande);

*Le LEA est accrédité par le COFRAC\*, (le comité français d'accréditation signataire de l'ILAC MRA\*\* ) dans le domaine de l'étalonnage des rayonnements ionisants, conformément à la norme ISO 17025:2017. La traçabilité du LEA au Système International d'Unités (SI) est garantie par étalonnage avec le LNHB (Laboratoire National Henri Becquerel), l'institut national de métrologie français (équivalent du NIST aux Etats-Unis ou du PTB en Allemagne). Le LNHB est également accrédité par le COFRAC\* dans le domaine de l'étalonnage des rayonnements ionisants. Ainsi, la validité des certificats COFRAC\* du LEA est reconnue à l'international.*

- Notre système de management de la radioprotection est certifié selon l'arrêté du 27 novembre 2013 relatif aux entreprises intervenant au sein d'établissement exerçant des activités nucléaires par l'organisme **Qualianor** (certificat n°296-R).

Ainsi, chaque année plusieurs audits internes et externes, réalisés par des organismes indépendants, sont effectués et permettent de maintenir un niveau de qualité optimal.



\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

# Certificat d'étalonnage

Chaque source dont l'étalonnage est couvert par la portée d'accréditation COFRAC\* du LEA sera accompagnée d'un certificat d'étalonnage COFRAC\*. Celui-ci mentionne le résultat de l'étalonnage et son incertitude associée, la méthode d'étalonnage utilisée. Au besoin, la teneur en impuretés est mentionnée.

Le LEA fournit également des sources sans certificat d'étalonnage COFRAC\* :

- des sources étalons dont la mesure d'activité et l'incertitude ne relèvent pas de la portée COFRAC\*,
- des sources de contrôle présentant un niveau d'activité nominal.

L'utilisateur doit conserver le certificat pendant toute la durée de détention de la source (ce justificatif sera demandé lors du processus de reprise de sources).

A votre demande et selon vos applications, le LEA peut aussi fournir un certificat de source scellée.

Calibration certificate N° CT/200402/20/0547		Page 2/2
Product code	Serial number	Radionuclide
CS137EBSC30	30702	<sup>137</sup> Cs

1 MEANS AND METHODS		
Type of calibration	Flux	Impurity rate
Unit	s <sup>-1</sup>	%
Detector used	4π β proportional counter	Semi-conductor GeHP
Reference of the measurement equipment	CMB3	CSGHP1
Method employed	Impulses counting	γ-ray spectrometer

The environmental conditions have not influence on the results of the measurement.

2 NOMINAL CHARACTERISTICS DELIVERED STANDARDS	
Ring thickness	3mm
External diameter	50mm
Substrate	Coated-gold plastic film
Active diameter	30mm
Sealed source classification	C11111 (according to NF M61-002 / ISO 2919)

We certify that this kind of sealed source complies with the NF M61-002 and ISO 2919.

3 RESULTS	
β particles flux	3035 β.s <sup>-1</sup> in 4π sr
Reference date at 12h U.T.C	23/06/2020
Extended relative uncertainty (%-k=2)	± 1,5
Daughter products	<sup>137</sup> Ba <sup>m</sup>
γ Impurities (% at the reference date) (**)	< 0.1
Equivalent activity (**)	3,03 kBq
Leak test (*)	Wipe test : OK 17/06/2020
No surface contamination (*)	Wipe test : OK 17/06/2020
Measurement technician	

(\*) According NF M61-003 / ISO 9978  
 (\*\*) Activity and impurities are not covered by the Cofrac accreditation

The extended uncertainties mentioned are those corresponding to two interdependence type. The uncertainties types have calculated taking into account the different uncertainties components reference standards : means of calibration, environmental conditions, the data of the calibrated instrument, repeatability ...

This calibration certificate with Cofrac / Etalonnage trademark guarantees the traceability of the calibration results according to the International unit system for those covered by the accreditation. Results that are not covered are marked by symbol (\*\*).

Only the original copy is valid.

Exemple de certificat de mesure COFRAC\*

\* Portée N°2-6386 disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) ou sur demande.

## Tolérances de fabrication

Type de produit	Variation par rapport à l'activité nominale
Solutions nominales	± 30 %
Étalons, sources scellées, ou solution étalonnée	± 30 %
Produits médicaux : galettes, stylos marqueurs, sources gamma de référence pour activimètres	- 15 % + 30 %

## Durée de vie recommandée des sources

La qualité d'un étalon est susceptible de se détériorer en raison de certains phénomènes physiques et physico-chimiques (dégradation de l'homogénéité des solutions, non-adhérence d'un dépôt au cours du temps,...) et de ses conditions d'utilisation (frottements, poussière...).

Pour les solutions Etalons se référer à la rubrique SOURCES LIQUIDES (P.56)

Du point de vue de l'intégrité physique des sources scellées (sauf précisions plus restrictives au niveau des références de certaines source scellées indiquées dans les pages précédentes), la durée de vie recommandée des sources scellées selon la norme ISO 2918 est de 10 ans dans des conditions normales d'utilisation (dont les consignes sont fournies avec nos sources).

Du point de vue métrologique, les valeurs métrologiques fournies ne sont valables que dans les conditions de l'étalonnage. En pratique, nous recommandons d'utiliser ces valeurs sur une durée de 2 périodes radioactives dans la limite maximale de 2 ans à compter de la date de référence, en raison des cumuls d'incertitudes dues aux périodes radioactives et aux interactions rayonnement-matière.

# Informations techniques

## Incertitudes

L'incertitude représente l'estimation d'une variation possible entre le niveau de l'activité mesurée par le LEA et l'activité réelle.

L'incertitude mentionnée dans le certificat d'étalonnage correspond à l'incertitude élargie exprimée avec un facteur d'élargissement  $k=2$ . La valeur du facteur d'élargissement est liée à l'intervalle de confiance souhaité :

- 68 % pour  $k = 1$
- 95 % pour  $k = 2$
- 99 % pour  $k = 3$

Ces pourcentages correspondent à l'application de la loi de gauss.

## Unités

L'unité de radioactivité adoptée par le SI est le becquerel (Bq). Cette unité correspond à la transformation d'un noyau avec émission d'un rayonnement ionisant. C'est ce qu'on appelle une désintégration.

Bq = nombre de désintégrations d'un noyau par seconde.

L'autre unité, toujours utilisée, est le curie (Ci) qui correspond au nombre de noyaux qui se désintègrent dans un gramme de radium 226 par seconde (ancien système).

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

## Tableau de conversion Becquerel / Curie

1 Bq	≈ 27 pCi	1 Ci	≈ 37 GBq
1 kBq	≈ 27 nCi	1 mCi	≈ 37 MBq
1 MBq	≈ 27 μCi	1 μCi	≈ 37 kBq
1 GBq	≈ 27 mCi	1 nCi	≈ 37 Bq
1 TBq	≈ 27 Ci	1 pCi	≈ 37 mBq

T = téra ( $10^{12}$ )      m = milli ( $10^{-3}$ )  
 G = giga ( $10^9$ )      μ = micro ( $10^{-6}$ )  
 M = méga ( $10^6$ )      n = nano ( $10^{-9}$ )  
 k = kilo ( $10^3$ )      p = pico ( $10^{-12}$ )

## Source étalon

Une source étalon est une source dont l'activité est suffisamment bien définie pour permettre de l'utiliser pour l'étalonnage d'appareils. La mesure des sources étalons répond aux exigences Qualité de traçabilité au SI (voir p.90).

## Pureté radioactive

Les étalons et produits présentés dans ce catalogue sont élaborés à partir de produits de base contenant le minimum d'impuretés radioactives et leur fabrication fait l'objet de précautions particulières.

Les impuretés présentes dans les produits finis sont systématiquement identifiées et quantifiées par spectrométrie  $\alpha$  ou  $\gamma$ .

Les teneurs en impuretés sont données dans le certificat d'étalonnage, à la date de référence.





# Données nucléaires

SEUILS D'EXEMPTION AIEA**		SEUILS D'EXEMPTION FRANCE***			
Source solide	Source liquide	Source solide	Source liquide	☒	
Activité · Activity (kBq)	Concentration (kBq/g)	Activité · Activity (kBq)	Concentration (Bq/g)	E (MeV)	Ratio
1 000 kBq	0,01 kBq/g	1 000 kBq	0,0001 kBq/g	-	-
10 kBq	0,001 kBq/g	10 kBq	0,0001 kBq/g	5.388 5.443 5.486	1.7% 13.2% 84.5%
1 000 kBq	0,1 kBq/g	1 000 kBq	-	-	-
10 000 kBq	10 kBq/g	10 000 kBq	0,001 kBq/g	-	-
10 000 kBq	10 kBq/g	10 000 kBq	0,1 kBq/g	-	-
1 000 kBq	10 kBq/g	1 000 kBq	0,001 kBq/g	-	-
1 000 kBq	0,1 kBq/g	1 000 kBq	0,001 kBq/g	-	-
1 000 kBq	10 kBq/g	1 000 kBq	0,001 kBq/g	-	-
10 kBq	0,01 kBq/g	10 kBq	0,001 kBq/g	5.763 5.805	23.3% 76.7%
1 000 kBq	0,01 kBq/g	1 000 kBq	0,001 kBq/g	-	-
100 kBq	0,01 kBq/g	100 kBq	0,0001 kBq/g	-	-
10 000 kBq	1 kBq/g	10 000 kBq	0,1 kBq/g	-	-
10 kBq	0,01 kBq/g	10 kBq	0,0001 kBq/g	-	-
10 kBq	0,01 kBq/g	10 kBq	0,0001 kBq/g	-	-
1 000 kBq	0,01 kBq/g	1 000 kBq	0,0001 kBq/g	-	-
1 000 kBq	10 kBq/g	1 000 kBq	1 kBq/g	-	-
1 000 kBq	0,01 kBq/g	1 000 kBq	0,001 kBq/g	-	-
1 000 000 kBq	1 000 kBq/g	1 000 000 kBq	0,1 kBq/g	-	-
1 000 kBq	1 kBq/g	1 000 kBq	0,1 kBq/g	-	-
100 kBq	0,1 kBq/g	100 kBq	0,00001 kBq/g	-	-
1 000 kBq	0,1 kBq/g	1 000 kBq	0,01 kBq/g	-	-
1 000 kBq	0,01 kBq/g	1 000 kBq	0,0001 kBq/g	-	-
1 000 kBq	0,01 kBq/g	1 000 kBq	0,0001 kBq/g	-	-
100 000 kBq	100 kBq/g	100 000 kBq	0,1 kBq/g	-	-
1 kBq	0,001 kBq/g	1 kBq	0,001 kBq/g	4.766 4.771 4.788	9.5% 25.0% 47.0%
100 kBq	1 kBq/g	100 kBq	1 kBq/g	-	-
10 000 kBq	10 kBq/g	10 000 kBq	1 kBq/g	-	-
10 kBq	0,001 kBq/g	10 kBq	0,0001 kBq/g	5.456 5.499	28.8% 71.0%
10 kBq	0,001 kBq/g	10 kBq	0,0001 kBq/g	5.106 5.144 5.157	11.9% 17.1% 70.8%
100 000 kBq	100 kBq/g	100 000 kBq	0,1 kBq/g	-	-
10 000 kBq	1 kBq/g	10 000 kBq	0,001 kBq/g	-	-
1 000 kBq	0,1 kBq/g	1 000 kBq	0,001 kBq/g	-	-
1 000 kBq	1 kBq/g	1 000 kBq	1 kBq/g	-	-
10 kBq	0,01 kBq/g	10 kBq	0,001 kBq/g	-	-
10 kBq	10 kBq/g	10 kBq	0,001 kBq/g	-	-
10 000 kBq	10 kBq/g	10 000 kBq	0,001 kBq/g	-	-
10 kBq	0,001 kBq/g	10 kBq	0,001 kBq/g	4.729 4.783 4.824	1.6% 13.2% 84.4%
1 000 kBq	0,01 kBq/g	1 000 kBq	-	-	-
1 000 kBq	0,01 kBq/g	1 000 kBq	0,0001 kBq/g	-	-

ÉMISSIONS PRINCIPALES*							ACTIVITÉ SPÉCIFIQUE		PÉRIODE			RN
β			X		Y		Bq/g	Ci/g	Années	Jours	Secondes	
E Max (keV)	E moy (keV)	Ratio	E (keV)	Ratio	E (keV)	Ratio						
83.1 529.9	21.6 165.3	67.5% 30.8%	-	-	657.8 763.9 884.7 937.5 1384.3 1505.0	94.4% 22.3% 74.0% 34.5% 24.7% 13.2%	1,76E+14	4 751		249,78E+0	21,58E+6	Ag110m
-	-	-	13.8 17.1 21.2	13.0% 18.9% 4.8%	59,5	35,8%	1,27E+11	3,43	432,6	1,58E+05	1,37E+10	Am241
-	-	-	30.6 31.0 35.1 35.9	34.0% 62.8% 18.2% 4.6%	81.0 302.8 356.0 383.8	32,9% 18,3% 62,1% 8,9%	9,43E+12	255	10,5	3,85E+3	9,44E+12	Ba133
156,5	49,2	100%	-	-	-	-	1,66E+11	4,48	5 700	2,08E+06	1,80E+11	C14
256,4	77,2	100%	-	-	-	-	6,58E+14	17 795		1,63E+02	1,41E+07	Ca45
-	-	-	22.0 22.2 25.0 25.5	29.0% 54.7% 15.1% 2.6%	88	3,6%	9,59E+13	2 593		4,62E+02	3,99E+07	Cd109
-	-	-	33.0 33.4 37.9 38.8	22.8% 41.9% 12.5% 3.1%	165,9	79,9%	2,52E+14	6 822		1,38E+02	1,19E+07	Ce139
708,6	251,2	98,1%	-	-	-	-	1,22E+09	0,033	302 000	1,10E+08	9,53E+12	Cl36
-	-	-	17,1	8,7%	-	-	2,99E+12	80,9	18,1	6,61E+03	5,71E+08	Cm244
-	-	-	6.4 7.1	50.0% 7.1%	14.4 122.1 136.5	9.1% 85.5% 10.8%	3,12E+14	8 425		2,72E+02	23,48E+6	Co57
317,3	95,6	99,8%	-	-	1173.2 1332.5	100% 100%	4,18E+13	1 130	5,27	1,93E+3	1,66E+08	Co60
-	-	-	4.9 5.4	20.1% 2.7%	320	9,8%	3,42E+15	92 383		2,77E+01	2,39E+06	Cr51
88.8 415.4 658.1	23.5 123.5 210.0	27.2% 2.5% 70.2%	-	-	563.2 569.2 604.7 795.8 802.0	8.4% 15.4% 97.6% 85.5% 8.7%	4,78E+13	1 292	2,06	7,54E+02	6,51E+07	Cs134
514.0 1175.6	174.3 416.3	94.4% 5.6%	31.8 32.2	1.9% 3.6%	661,7	85%	3,22E+0	86,8	30,1	1,10E+04	9,48E+08	Cs137
175.4 384.8 695.6 1474.5	47.4 112.3 221.7 535.4	1.8% 2.4% 13.8% 8.2%	6.4 39.5 40.1 45.5 46.7	13.0% 20.8% 37.7% 11.8% 3.0%	121.8 244.7 344.3 778.9 867.4 964.1	28.4% 7.6% 26.6% 13.0% 4.2% 14.5%	6,44E+12	174	13,5	4,94E+3	4,27E+08	Eu150
-	-	-	5.9 6.5	25.0% 3.4%	-	-	8,75E+13	2 365	2,76	1,00E+03	124,54E+3	Fe55
273.6 465.9	81.0 149.5	45.2% 53.3%	-	-	1099.2 1291.6	56.6% 43.2%	1,84E+15	49 723		4,45E+01	3,84E+06	Fe59
18,6	5,7	100%	-	-	-	-	3,58E+14	9 676	12,3	4,5E+3	3,89E+08	H3
-	-	-	27.2 27.5 31.1 31.8	39.7% 74.0% 21.2% 4.6%	35,5	6,7%	6,50E+14	17 578		5,94E+01	5,13E+06	I125
-	-	-	27.2 27.5 31.1 31.8	39.7% 74.0% 21.2% 4.6%	35,5	6,7%	6,37E+06	0,00017	16 100 000	5,88E+09	5,08E+14	I129
247.9 333.8 606.3	69.4 96.6 191.6	2.1% 7.4% 89.4%	29.5 29.8	1.5% 2.8%	284.3 364.5 637	6.1% 81.2% 7.3%	4,59E+15	124 189		8,02E+00	6,93E+05	I131
-	-	-	5.4 6.0	22.7% 3.1%	834,8	100%	2,86E+14	7 719		3,13E+02	26,97E+6	Mn54
546,4	215,5	89,8%	-	-	511 1274.5	178% 100%	2,31E+14	6 241	2,60	9,50E+02	8,21E+07	Na22
67,0	17,4	100%	-	-	-	-	2,13E+12	57,5	98,7	3,60E+04	3,11E+09	Ni63
-	-	-	15,7	54,5%	29.4 86.5	15,3% 12,3%	2,61E+07	0,00070	2 140 000	7,83E+08	6,75E+13	Np237
1710,7	695,5	100%	-	-	-	-	1,06E+16	285 566		1,43E+01	1,23E+06	P32
224,7	62,0	100%	-	-	-	-	3,43E+13	927	2,62	9,58E+02	8,28E+07	Pm147
-	-	-	16,2	10,6%	-	-	6,33E+11	17,1	87,7	3,20E+04	2,77E+09	Pu238
-	-	-	16,2	4,7%	129.3 375.0 413.7 451.5	0.00631% 0.00154% 0.00146% 0.000187%	2,30E+09	0,062	24 100	8,80E+06	7,61E+11	Pu239
167,1	48,6	100%	-	-	-	-	1,58E+15	42 710		8,73E+01	7,54E+06	S35
-	-	-	24.0 24.2 27.3 27.9	27.7% 51.9% 14.6% 2.8%	255.1 391.7	2.1% 65.0%	4,60E+15	10 037		1,15E+02	9,94E+06	Sn113
-	-	-	13.3 13.4 15.0	17.2% 33.0% 8.0%	514	98,5%	8,76E+14	23 680		6,49E+01	5,60E+06	Sr85
1495,1	584,6	100%	-	-	-	-	1,07E+15	29 002		5,06E+01	4,37E+06	Sr89
545,9	195,7	100%	-	-	-	-	5,10E+12	138	28,8	1,05E+04	9,09E+08	Sr90
763,7	243,9	97,1%	-	-	-	-	1,71E+13	462,475	3,79	1,38E+03	1,20E+08	Tl204
293,7	85,4	100%	-	-	-	-	6,31E+08	0,017	214 000	7,81E+07	6,75E+12	Tc99
-	-	-	15,7	5,3%	-	-	3,57E+10	0,965	1 590	5,80E+05	5,02E+10	U233
-	-	-	14.1 14.2 15.9 16.1	17.3% 33.2% 8.2% 1.1%	898.0 1836.1	93.9% 99.3%	5,15E+14	13 911		1,07E+02	9,21E+06	Y88
329,9	143,1	1,4%	8.0 8.9	34.7% 4.8%	511.0 1115.5	2.8% 50.2%	3,04E+14	8 230		2,44E+02	2,11E+07	Zn65

# Sources & étalons de radioactivité

Catalogue

SPE.COM.20.057  
REV 02

design  karactère - www.karactere.com | crédits: Cyril Crespeau - iStock - LEA | 2024



**Laboratoire  
d'Étalons d'Activité**

Site Nucléaire du Tricastin - BP 75  
26701 Pierrelatte Cedex - France  
[www.lea-sources.com](http://www.lea-sources.com)



**orano**  
Donnons toute sa valeur au nucléaire

125 Avenue de Paris  
92320 Chatillon Cedex - France  
[www.orano.group](http://www.orano.group)