



isec

CETAMA  
Métrologie et Analyses Chimiques

# MATÉRIAUX DE RÉFÉRENCE

*Catalogue*



Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - ISEC/DMR/CETAMA - BP17171

30207 Bagnols-sur-Cèze cedex

tel : + 33 (0)4 66 79 66 23

[cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr) - [www.cetama.partenaires.cea.fr](http://www.cetama.partenaires.cea.fr)

Etablissement public à caractère industriel et commercial  
RCS Paris B 775 685 019



1. Avant-propos.....	3
2. Préparation des matériaux de référence .....	4
3. Certificat .....	4
4. Biens à double usage.....	4
5. Disponibilité et commande .....	4
6. Matériaux de référence certifiés en teneur élémentaire .....	5
6.1. Matériaux d'américium .....	5
6.2. Matériaux de neptunium .....	5
6.3. Matériaux de plutonium.....	6
6.4. Matériaux d'uranium.....	8
6.5. Matériaux d'uranium et de plutonium.....	9
7. Matériaux de référence certifiés en composition isotopique.....	10
7.1. Matériaux d'américium .....	10
7.2. Matériaux de plutonium.....	11
7.3. Matériaux d'uranium.....	13
8. Matériaux de référence certifiés en teneur en impuretés.....	14
8.1. Matrice plutonium métal .....	14
8.2. Matrice uranium métal .....	14
8.3. Matrice oxyde d'uranium .....	15
8.4. Matrice uranate.....	20
8.5. Matrice verre.....	22
9. Matériaux de référence certifiés en surface spécifique.....	23
10. Matériaux de référence.....	23
10.1 Matériaux de référence de composés organiques.....	23
10.2. Matériaux de référence d'uranium métal : FLORALIES.....	23

---

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

## 1. Avant-propos

Dans l'industrie et la recherche nucléaires, et en particulier dans le cycle du combustible et le soutien aux garanties, l'exactitude des analyses est primordiale :

- Pour optimiser le fonctionnement des installations ;
- Pour effectuer des bilans exacts des flux de matières fissiles ;
- Pour permettre un suivi sûr et efficace de la comptabilité des matières nucléaires ;
- Pour caractériser les déchets nucléaires et les orienter vers les filières de traitement et de stockage adéquates ;
- Pour contrôler les rejets dans l'environnement qui doivent répondre à des exigences de plus en plus sévères.

Dans le cadre de ses missions au sein du CEA, la CETAMA participe à l'amélioration de la qualité des analyses à travers l'organisation de comparaisons interlaboratoires (notamment les Circuits d'Evaluation de la Qualité du Résultat d'Analyse dans l'Industrie Nucléaire, dits circuits EQRAIN) et l'élaboration de matériaux de référence souvent certifiés (MRC).

Ces MRC peuvent servir :

- A l'étalonnage de systèmes de mesure ;
- A la validation de méthodes d'analyse
- A la préparation de matériaux de référence secondaires ;

Les MRC de la CETAMA sont présentés selon les catégories suivantes :

- Les matériaux de référence certifiés en teneur élémentaire 
- Les matériaux de référence certifiés en composition isotopique 
- Les matériaux de référence certifiés en teneur en impuretés 
- Les matériaux de référence certifiés en surface spécifique 

A noter que certains MRC sont dans plusieurs catégories. Par exemple :

- Le matériau MP2 est certifié en teneur élémentaire, en composition isotopique et en masse ;
- Le matériau STAM est certifié en teneur élémentaire et en composition isotopique.

La CETAMA propose également de matériaux de référence (MR) non certifiés. 



## 2. Préparation des matériaux de référence

La CETAMA élabore ces matériaux en fonction des objectifs et des besoins de l'industrie nucléaire : meilleure exactitude des résultats d'analyse, nouveaux matériaux à analyser, nouvelles spécifications à contrôler, ainsi que remplacement des MRC en voie d'épuisement.

Toutes les opérations de production des MRC, réalisées selon les principes de la norme NF EN ISO 17034 « Exigences générales pour la compétence des producteurs de matériaux de référence », sont effectuées sous l'égide de la CETAMA : recensement des besoins, quantité nécessaire, choix et approvisionnement du matériau de base, purification, vérification de l'homogénéité et de la stabilité, conditionnement, certification (exploitation des mesures, détermination de la valeur de l'incertitude de caractérisation, détermination des incertitudes liées à l'homogénéité et à la stabilité, émission du certificat).

Ces opérations sont réparties entre différents laboratoires experts français et étrangers, selon leurs compétences particulières.

## 3. Certificat

Chaque MRC est accompagné d'un certificat précisant, a minima, les valeurs certifiées avec leur incertitude associée, des instructions pour une utilisation et pour des conditions de stockage appropriées, la période de validité du certificat, les méthodes d'analyse utilisées pour la certification, des informations portant sur la traçabilité métrologique des valeurs certifiées.

Les Matériaux de Référence non certifiés sont accompagnés d'une fiche d'information produit précisant, a minima, les valeurs, des instructions pour une utilisation et pour des conditions de stockage appropriées, la date de vérification, la période de validité de la fiche d'information, les méthodes d'analyse utilisées. Des données analytiques complémentaires peuvent être fournies à titre indicatif.

Les certificats sont disponibles sur demande.

## 4. Biens à double usage

Certains matériaux commercialisés par la CETAMA sont des biens à double usage soumis à une autorisation d'exportation douanière. De ce fait, une demande de licence d'exportation peut s'avérer nécessaire pour réaliser l'exportation. Les codes du système harmonisé (appelés codes HS) sont indiqués en observations pour chaque matériau.

## 5. Disponibilité et commande

Pour connaître la disponibilité et le prix de ces MRC, veuillez adresser votre demande à :

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

CEA/DES/ISEC/DMRC/CETAMA

Centre de Marcoule

BP 17171

30207 Bagnols-sur-Cèze cedex - France

[cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

---

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

## 6. Matériaux de référence certifiés en teneur élémentaire

### 6.1. Matériaux d'américium

Référence	Matrice	Grandeurs certifiées		Conditionnement	Observations
<b>STAM</b>	Solution nitrique 1M environ	<b><sup>243</sup>Am</b>	(5,696 ± 0,011) nmol.g <sup>-1</sup> (1,3845 ± 0,0026) µg.g <sup>-1</sup>	5,5µg d'américium dans 3,5ml de solution d'acide nitrique (ampoule en verre)	Valeurs certifiées au 1 <sup>er</sup> janvier 2017  Composition isotopique certifiée (cf. §7.1)  (HS 2844 432000)
		<b><sup>241</sup>Am</b>	(0,7754 ± 0,0015) nmol.g <sup>-1</sup> (0,18692 ± 0,0036) µg.g <sup>-1</sup>		
		<b>Am</b>	(6,472 ± 0,012) nmol.g <sup>-1</sup> (1,5716 ± 0,0030) µg.g <sup>-1</sup>		
		<b>M(Am)</b>	(242,821094 ± 0,000085) g.mol <sup>-1</sup>		

### 6.2. Matériaux de neptunium

Référence	Matrice	Teneur certifiée en neptunium 237 (g.l <sup>-1</sup> à 20°C)	Conditionnement	Observations
<b><sup>237</sup>Np sol 99</b>	Solution nitrique	1,0210 ± 0,0052	5 ml de solution (ampoule scellée en verre)	(HS 2844 432000)
<b><sup>237</sup>Np sol 05</b>	Solution nitrique	1,0140 ± 0,0090	5 ml de solution (ampoule scellée en verre)	(HS 2844 432000)

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

$^{237}\text{Np}$ <b>sol 07</b>	Solution nitrique	$1,0080 \pm 0,0060$	5 ml de solution (ampoule scellée en verre)	(HS 2844 432000)
------------------------------------	----------------------	---------------------	---	------------------

## 6.3. Matériaux de plutonium

Référence	Matrice	Teneur certifiée en plutonium (g.kg <sup>-1</sup> )	Conditionnement	Observations
<b>MP2</b>	Plutonium métal	$999,0 \pm 0,4$	0,4 à 0,7 g (double ampoules scellées en verre)	Valeur certifiée au 12 mars 2001  Composition isotopique certifiée (cf. §7.2)  Masse certifiée à $\pm 12\mu\text{g}$  (HS 2844 209900)
<b>MP4</b>	Plutonium métal	$998,06 \pm 0,38$	0,3 à 0,5 g (double ampoules scellées en verre)	Valeur certifiée au 30 juin 2023  Composition isotopique certifiée (cf. §7.2)  Teneurs en impuretés certifiées (cf. §8.1)  Masse certifiée à $\pm 20\mu\text{g}$  (HS 2844 209900)
<b>EQRAIN Pu15</b>	Solution nitrique	$1,2411 \pm 0,0015$	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Valeur certifiée au 21 juin 2019  Composition isotopique certifiée (cf. §7.2)  (HS 2844 209900)

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)



Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Commission d'établissement des méthodes d'analyses

**CETAMA**  
Métrologie et Analyses Chimiques

---

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

## 6.4. Matériaux d'uranium

Référence	Matrice	Teneur certifiée en uranium (g.kg <sup>-1</sup> )	Conditionnement	Observations
<b>MU2</b>	Uranium métal	999,85 ± 0,05	0,4 à 1,5 g (ampoule scellée en verre)	Uranium naturel (HS 2844100900)
<b>OU1</b>	UO <sub>2</sub>	881,22 ± 0,90	10 pastilles frittées de masse unitaire 0,4g (ampoule scellée en verre)	Uranium naturel (HS 2844109000)
<b>OTU1</b>	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	847,74 ± 0,82	25 g (flacon plastique)	Uranium naturel (HS 2844109000)
<b>MIN A</b>	Minerai	3,214 ± 0,042	200 g (flacon plastique)	Pechblende illitite, à l'équilibre radioactif (HS 2844100900)
<b>MIN B</b>	Minerai	1,639 ± 0,016	200 g (flacon plastique)	Pechblende granite, à l'équilibre radioactif (HS 2844100900)
<b>MIN C</b>	Minerai	40,43 ± 0,21	100 g (flacon plastique)	Autunite granite, à l'équilibre radioactif (HS 2844100900)
<b>MIN D</b>	Minerai	0,650 ± 0,016	100 g ou 200 g (flacon plastique)	Pechblende pyrite, à l'équilibre radioactif (HS 2844100900)
<b>MIN E</b>	Minerai	4,343 ± 0,052	100 g (flacon plastique)	Pechblende grès, à l'équilibre radioactif (HS 2844100900)
<b>MIN F</b>	Minerai	0,140 ± 0,006	100 g ou 200 g (flacon plastique)	Colophanite, à l'équilibre radioactif (HS 2844100900)

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

Référence	Matrice	Teneur certifiée en uranium (g.kg <sup>-1</sup> )	Conditionnement	Observations
<b>EQRAIN U15 sol 61</b>	Solution nitrique	196,21 ± 0,20	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Uranium naturel (HS 2844109000)
<b>EQRAIN U15 sol 62</b>	Solution nitrique	122,58 ± 0,13	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Uranium naturel (HS 2844109000)
<b>EQRAIN U16 sol 63</b>	Solution nitrique	196,61 ± 0,20	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Uranium naturel (HS 2844109000)
<b>EQRAIN U16 sol 64</b>	Solution nitrique	51,747 ± 0,052	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Uranium naturel (HS 2844109000)

## 6.5. Matériaux d'uranium et de plutonium

Référence	Matrice	Teneurs certifiées (g.kg <sup>-1</sup> )		Conditionnement	Observations
<b>EQRAIN (U+Pu) 2</b>	Solution nitrique	<b>U</b>	106,52 ± 0,13	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Valeur en plutonium certifiée au 26 avril 2018 Composition isotopique en Pu certifiée (cf. §7.2) Uranium naturel (HS 2844205900)
		<b>Pu</b>	1,1192 ± 0,0013		
<b>EQRAIN (U+Pu) 3</b>	Solution nitrique	<b>U</b>	116,580 ± 0,058	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Valeur en plutonium certifiée au 26 octobre 2021 Composition isotopique en Pu certifiée (cf. §7.2) Uranium naturel (HS 2844205900)
		<b>Pu</b>	5,9700 ± 0,0036		

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

## 7. Matériaux de référence certifiés en composition isotopique

### 7.1. Matériaux d'américium

Référence	Matrice	Rapports isotopiques certifiés (fraction atomique) (mol.mol <sup>-1</sup> )		Conditionnement	Observations	
STAM	Solution nitrique 1M environ	Valeurs certifiées	$\frac{n(^{241}\text{Am})}{n(^{243}\text{Am})}$	0,136138 ± 0,000054	5,5 µg d'américium dans 3,5ml de solution d'acide nitrique (ampoule en verre)	Teneur certifiée (cf. §6.1)  Valeur certifiée au 1 <sup>er</sup> janvier 2017  (HS 2844 432000)
			$\frac{n(^{243}\text{Am})}{n(\text{Am})}$	0,880069 ± 0,000042		
			$\frac{n(^{241}\text{Am})}{n(\text{Am})}$	0,119810 ± 0,000042		
		Valeurs indicatives	$\frac{n(^{242}\text{Am})}{n(^{243}\text{Am})}$	1,373.10 <sup>-4</sup> ± 0,024.10 <sup>-4</sup>		
			$\frac{n(^{242}\text{Am})}{n(\text{Am})}$	1,208.10 <sup>-4</sup> ± 0,021.10 <sup>-4</sup>		

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

## 7.2. Matériaux de plutonium

Référence	Matrice	Rapports isotopiques certifiés (fraction atomique) (mol.mol <sup>-1</sup> )		Conditionnement	Observations
MIRF 01	Nitrate de plutonium	$n(^{239}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	$0,9783 \pm 0,0005$	100 µg de Pu sous forme d'extrait sec (flacon en verre)	Valeur certifiée au 1 <sup>er</sup> janvier 2000  Composition isotopique à titre indicatif  (HS 2844 209900)
<sup>242</sup> Pu	Solution nitrique	$n(^{238}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	$0,23603 \pm 0,00042$	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Valeur certifiée au 1 <sup>er</sup> janvier 2023  2 niveaux de concentration Pu : C1≈0,9 g.kg <sup>-1</sup> C2≈4,5 mg.kg <sup>-1</sup>  (HS 2844 209900)
		$n(^{239}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	$0,2704 \pm 0,0018$		
		$n(^{240}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	$0,57100 \pm 0,00028$		
		$n(^{241}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	$0,1992 \pm 0,0014$		
		$n(^{244}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	$0,03831 \pm 0,00012$		

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

Référence	Matrice	Rapports isotopiques certifiés (fraction atomique) (mol.mol <sup>-1</sup> )		Conditionnement	Observations
MP2	Plutonium métal	$n(^{238}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$3,083.10^{-5} \pm 0,029.10^{-5}$	0,4 à 0,7 g (double ampoule scellées en verre)	Valeurs certifiées au 7 novembre 2006  Teneur en plutonium certifiée (cf. §6.3)  Masse certifiée à $\pm 12\mu\text{g}$  (HS 2844 209900)
		$n(^{240}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$2,24324.10^{-2} \pm 0,00051.10^{-2}$		
		$n(^{241}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$2,378.10^{-4} \pm 0,031.10^{-4}$		
		$n(^{242}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$7,570.10^{-5} \pm 0,078.10^{-5}$		
MP4	Plutonium métal	$n(^{238}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$1,37.10^{-5} \pm 0,12.10^{-5}$	0,3 à 0,5 g (double ampoule scellées en verre)	Valeurs certifiées au 30 juin 2023  Teneur en plutonium certifiée (cf. §6.3)  Masse certifiée à $\pm 20\mu\text{g}$  (HS 2844 209900)
		$n(^{240}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$1,68114.10^{-2} \pm 0,00023.10^{-2}$		
		$n(^{241}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$2,796.10^{-5} \pm 0,046.10^{-5}$		
		$n(^{242}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$6,16.10^{-6} \pm 0,19.10^{-6}$		

Les valeurs certifiées des rapports isotopiques du plutonium des solutions EQRAIN Pu et EQRAIN (U+Pu) sont identiques à celles du MP2.

## 7.3. Matériaux d'uranium

Référence	Matrice	Rapports isotopiques certifiés (fraction atomique) (mol.mol <sup>-1</sup> )		Conditionnement	Observations
MIRF 02	Nitrate d'uranyle	$n(^{233}\text{U})/n(^{236}\text{U})$	$0,9681 \pm 0,0010$	200µg de U sous forme d'extrait sec (flacon en verre)	Valeur certifiée au 1 <sup>er</sup> janvier 2000 Composition isotopique à titre indicatif (HS 2844 431000)
CETAMIR 1	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	$n(^{233}\text{U})/n(^{238}\text{U})$	$2,881.10^{-4} \pm 0,011.10^{-4}$	1 g d' U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (flacon scellé, en verre)	Valeur certifiée au 1 <sup>er</sup> janvier 1996 (HS 2844 203500)
		$n(^{235}\text{U})/n(^{238}\text{U})$	$1,1152.10^{-2} \pm 0,0010.10^{-2}$		
		$n(^{236}\text{U})/n(^{238}\text{U})$	$4,098.10^{-3} \pm 0,006.10^{-3}$		
CETAMIR 2	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	$n(^{233}\text{U})/n(^{238}\text{U})$	$1,038.10^{-3} \pm 0,005.10^{-3}$	1 g d' U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (flacon scellé, en verre)	Valeur certifiée au 1 <sup>er</sup> janvier 1996 (HS 2844 203500)
		$n(^{235}\text{U})/n(^{238}\text{U})$	$4,7746.10^{-2} \pm 0,0045.10^{-2}$		
		$n(^{236}\text{U})/n(^{238}\text{U})$	$1,255.10^{-2} \pm 0,001.10^{-2}$		

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

## 8. Matériaux de référence certifiés en teneur en impuretés

### 8.1. Matrice plutonium métal

Référence	Matrice	Teneur certifiée (mg.kg <sup>-1</sup> )		Conditionnement	Observations
MP4	Plutonium métal	Uranium	896 ± 53	0,3 à 0,5 g (double ampoules scellées en verre)	Valeurs certifiées au 30 juin 2023 Teneur en plutonium certifiée (cf. §6.3) Composition isotopique certifiée (cf. §7.2) Masse certifiée à ±20µg (HS 2844 209900)
		Américium	99,3 ± 3,3		
		Carbone	48 ± 11		

### 8.2. Matrice uranium métal

Référence	Matrice	Teneur certifiée (mg.kg <sup>-1</sup> )		Conditionnement	Observations
OPERA 103	Uranium métal	Carbone	226 ± 11	50 échantillons de masse unitaire de 1g (flacon en inox)	Uranium faiblement appauvri Alliage Uranium/Vanadium (0,2% Vanadium) (HS 2844301900)
OPERA 104	Uranium métal	Carbone	58 ± 7	50 échantillons de masse unitaire de 1g (flacon en inox)	Uranium appauvri (HS 2844301900)

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)



## 8.3. Matrice oxyde d'uranium

<i>Référence</i>	<i>Matrice</i>	<i>Teneur certifiée (mg.kg<sup>-1</sup> d'UO<sub>2</sub>)</i>		<i>Conditionnement</i>	<i>Observations</i>	
<b>VIOGNIER</b>	UO <sub>2</sub>	<b>Valeurs certifiées</b>	<b>Cl</b>	17,9 ± 1,0	100g de poudre d'UO <sub>2</sub> (flacon en plastique)	(HS 2844 301900)
			<b>F</b>	32,7 ± 1,1		
			<b>N</b>	45,2 ± 3,3		
			<b>P</b>	43,2 ± 1,8		
		<b>Valeur indicative</b>	Br	4,4		

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

Référence	Matrice	Teneur certifiée (mg.kg <sup>-1</sup> d'U)		Conditionnement	Observations
<b>AGARIC</b>	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	<b>Ag</b>	0,07 ± 0,04	25g de poudre d' U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (flacon plastique)	Composition isotopique de l'uranium naturel  Somme des impuretés : <45 mg.kg <sup>-1</sup> d'uranium  (HS 2844109000)
		<b>Al</b>	9,1 ± 2,8		
		<b>Ba</b>	0,56 ± 0,24		
		<b>Be</b>	< 0,2		
		<b>Bi</b>	< 0,2		
		<b>Ca</b>	6 ± 2		
		<b>Cd</b>	< 0,15		
		<b>Co</b>	< 0,25		
		<b>Cr</b>	1,04 ± 0,49		
		<b>Cu</b>	< 0,36		
		<b>Dy</b>	< 0,13		
		<b>Eu</b>	<0,02		
		<b>Fe</b>	11,7 ± 7,1		
		<b>Ga</b>	< 0,40		
		<b>Gd</b>	< 0,05		
		<b>In</b>	< 0,06		
		<b>Li</b>	< 0,24		
		<b>Mg</b>	1,2 ± 1,1		
		<b>Mn</b>	< 0,22		
		<b>Mo</b>	< 0,5		
		<b>Pb</b>	0,21 ± 0,01		
		<b>Si</b>	5 ± 2		
		<b>Sm</b>	< 0,14		
<b>Sn</b>	<0,40				
<b>Th</b>	1,34 ± 0,18				
<b>Ti</b>	< 0,35				
<b>V</b>	<0,05				
<b>W</b>	< 0,20				
<b>Zn</b>	0,73 ± 0,11				
<b>Zr</b>	1,71 ± 0,19				

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

Référence	Matrice	Teneur certifiée (mg.kg <sup>-1</sup> d'U)		Conditionnement	Observations
<b>BOLET</b>	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	<b>Ag</b>	2,09 ± 0,46	25g de poudre d' U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (flacon plastique)	Composition isotopique de l'uranium naturel  Somme des impuretés : 245 mg.kg <sup>-1</sup> d'uranium  (HS 2844109000)
		<b>Al</b>	22,7 ± 2,9		
		<b>Ba</b>	1,09 ± 0,12		
		<b>Be</b>	5,4 ± 1,0		
		<b>Bi</b>	0,52 ± 0,82		
		<b>Ca</b>	3,95 ± 0,71		
		<b>Cd</b>	12,4 ± 1,3		
		<b>Co</b>	0,53 ± 0,09		
		<b>Cr</b>	1,02 ± 0,11		
		<b>Cu</b>	9,37 ± 0,55		
		<b>Dy</b>	10,36 ± 0,77		
		<b>Eu</b>	0,20 ± 0,07		
		<b>Fe</b>	0,21 ± 0,05		
		<b>Ga</b>	54,8 ± 1,9		
		<b>Gd</b>	2,05 ± 0,38		
		<b>In</b>	2,11 ± 0,39		
		<b>Li</b>	5,75 ± 0,77		
		<b>Mg</b>	4,66 ± 0,37		
		<b>Mn</b>	4,88 ± 0,49		
		<b>Mo</b>	18,2 ± 1,1		
		<b>Pb</b>	6,61 ± 0,80		
<b>Si</b>	28,6 ± 5,1				
<b>Sm</b>	0,23 ± 0,06				
<b>Sn</b>	4,38 ± 0,88				
<b>Th</b>	2,90 ± 0,89				
<b>Ti</b>	5,09 ± 0,64				
<b>V</b>	4,55 ± 0,33				
<b>W</b>	9,3 ± 1,5				
<b>Zn</b>	9,6 ± 2,6				
<b>Zr</b>	9,7 ± 2,0				

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

Référence	Matrice	Teneur certifiée (mg.kg <sup>-1</sup> d'U)		Conditionnement	Observations	
<b>CHANTERELLE</b>	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	<b>Valeurs certifiées</b>	<b>Ag</b>	5,0 ± 0,6	25g de poudre d' U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (flacon plastique)	Composition isotopique de l'uranium naturel  Somme des impuretés : 642 mg.kg <sup>-1</sup> d'uranium  (HS 2844109000)
			<b>Al</b>	51 ± 3		
			<b>B</b>	1,1 ± 0,4		
			<b>Be</b>	0,86 ± 0,10		
			<b>Bi</b>	5,2 ± 0,5		
			<b>Ca</b>	56 ± 7		
			<b>Cd</b>	1,1 ± 0,4		
			<b>Co</b>	5,2 ± 1,1		
			<b>Cr</b>	49,6 ± 4,1		
			<b>Cu</b>	26,4 ± 3,4		
			<b>Fe</b>	122 ± 10		
			<b>Ga</b>	2,8 ± 0,6		
			<b>Mg</b>	11 ± 1		
			<b>Mn</b>	9,9 ± 1,7		
			<b>Mo</b>	54 ± 4		
			<b>Ni</b>	50 ± 3		
			<b>Pb</b>	45 ± 3		
			<b>Si</b>	35 ± 9		
			<b>Ti</b>	9,8 ± 2,1		
		<b>V</b>	9,4 ± 1,3			
<b>W</b>	18,1 ± 2,6					
<b>Zn</b>	44 ± 4					
<b>Zr</b>	24 ± 7					
		<b>Valeurs indicatives</b>	<b>Sn</b>	5,3 ± 0,7		

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

Référence	Matrice	Teneur certifiée (mg.kg <sup>-1</sup> d'U)		Conditionnement	Observations	
<b>MORILLE</b>	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	<b>Valeurs certifiées</b>	<b>Ag</b>	10,4 ± 1,6	25g de poudre d' U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (flacon plastique)	Composition isotopique de l'uranium naturel  Somme des impuretés : 1557 mg.kg <sup>-1</sup> d'uranium  (HS 2844109000)
			<b>Al</b>	99 ± 6		
			<b>B</b>	3,8 ± 1,6		
			<b>Ba</b>	9,6 ± 0,4		
			<b>Be</b>	5,4 ± 0,6		
			<b>Bi</b>	24,4 ± 1,9		
			<b>Ca</b>	93 ± 8		
			<b>Cd</b>	4,9 ± 0,7		
			<b>Co</b>	9,8 ± 2,0		
			<b>Cr</b>	99 ± 2		
			<b>Cu</b>	50,2 ± 1,0		
			<b>Dy</b>	0,50 ± 0,06		
			<b>Eu</b>	0,52 ± 0,03		
			<b>Fe</b>	211,6 ± 6,5		
			<b>Gd</b>	0,56 ± 0,06		
			<b>In</b>	9,4 ± 1,0		
			<b>Li</b>	5,0 ± 0,2		
			<b>Mg</b>	19,3 ± 1,5		
			<b>Mn</b>	24,5 ± 0,5		
			<b>Mo</b>	147 ± 5		
		<b>Ni</b>	147 ± 3			
		<b>Pb</b>	101 ± 3			
		<b>Si</b>	100 ± 8			
<b>Sm</b>	0,50 ± 0,12					
<b>Sn</b>	18,5 ± 5,6					
<b>Ti</b>	49,2 ± 2,6					
<b>V</b>	48,7 ± 2,8					
<b>W</b>	100 ± 9					
<b>Zn</b>	98,6 ± 5,5					
<b>Valeurs indicatives</b>	<b>Th</b>	6,2 ± 0,8				
	<b>Zr</b>	59,9 ± 4,1				

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

## 8.4. Matrice uranate

Référence	Matrice	Teneur certifiée		Conditionnement	Observations	
<b>FELDSPATH</b>	Uranate d'ammonium	<b>Valeurs certifiées</b>	<b>U</b>	(746,5 ± 4,1) g.kg <sup>-1</sup> d'uranate d'ammonium sec	20 g d'uranate d'ammonium	(HS 2844 109000)
			<b>Ca</b>	(128,5 ± 3,0) mg.kg <sup>-1</sup> d'U		
			<b>Fe</b>	(42,7 ± 3,1) mg.kg <sup>-1</sup> d'U		
			<b>Mg</b>	(25,0 ± 1,1) mg.kg <sup>-1</sup> d'U		
			<b>Mo</b>	(30,3 ± 2,1) mg.kg <sup>-1</sup> d'U		
			<b>Zr</b>	(68,2 ± 6,1) mg.kg <sup>-1</sup> d'U		
		<b>Valeurs indicatives (mg.kg<sup>-1</sup> d'uranium)</b>	V	< 0,34		
			La	0,0083 ± 0,0047		
			Ce	0,0178 ± 0,0065		
			Sm	0,0041 ± 0,0012		
			Eu	0,00068 ± 0,00032		
			Gd	0,0045 ± 0,0023		
			Tb	0,00054 ± 0,00018		
			Dy	0,00262 ± 0,00066		
			Ho	0,00049 ± 0,00012		
			Er	0,00129 ± 0,00039		
			Yb	0,00126 ± 0,00053		
Lu	0,00020 ± 0,00011					
Pr	< 0,0088					
Nd	< 0,043					
Tm	< 0,00061					

Référence	Matrice	Teneur certifiée (g.kg <sup>-1</sup> d'uranate d'ammonium)		Conditionnement	Observations
<b>BERYL</b>	Uranate d'ammonium	<b>Fe</b>	0,108 ± 0,030	50 g d'uranate d'ammonium	(HS 2844 109000)
		<b>Na</b>	0,050 ± 0,010		
		<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	0,211 ± 0,036		
		<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	20,50 ± 0,06		

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

Référence	Matrice	Teneur certifiée (g.kg <sup>-1</sup> d'uranate de magnésium)		Conditionnement	Observations
<b>AMETHYSTE</b>	Uranate de magnésium	<b>Ca</b>	1,29 ± 0,10	50 g d'uranate de magnésium	(HS 2844 109000)
		<b>Cl</b>	1,92 ± 0,12		
		<b>Fe</b>	2,07 ± 0,06		
		<b>Na</b>	30,8 ± 1,0		
		<b>SiO<sub>2</sub></b>	2,79 ± 0,18		
		<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	23,7 ± 1,1		
<b>CALCEDOINE</b>	Uranate de magnésium	<b>Fe</b>	4,74 ± 0,05	50 g d'uranate de magnésium	(HS 2844 109000)
		<b>Mo</b>	1,53 ± 0,09		
		<b>Na</b>	26,2 ± 0,9		
		<b>V</b>	0,684 ± 0,025		
		<b>Zr</b>	2,08 ± 0,09		
		<b>SiO<sub>2</sub></b>	4,76 ± 0,32		
		<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	1,25 ± 0,06		
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	12,2 ± 0,9				
<b>DIAMANT</b>	Uranate de magnésium	<b>Ca</b>	9,13 ± 0,15	50 g d'uranate de magnésium	(HS 2844 109000)
		<b>Cl</b>	3,21 ± 0,25		
		<b>Fe</b>	6,39 ± 0,04		
		<b>Na</b>	22,2 ± 0,5		
		<b>SiO<sub>2</sub></b>	29,7 ± 0,6		
		<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	5,58 ± 0,29		
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	5,30 ± 0,27				
<b>EMERAUDE</b>	Uranate de magnésium	<b>As</b>	1,46 ± 0,12	50 g d'uranate de magnésium	(HS 2844 109000)
		<b>Ca</b>	17,7 ± 2,1		
		<b>Fe</b>	4,03 ± 0,09		
		<b>Mo</b>	0,38 ± 0,06		
		<b>Zr</b>	9,95 ± 0,26		
		<b>SiO<sub>2</sub></b>	14,3 ± 0,9		
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	14,8 ± 1,2				
<b>HYACINTHE</b>	Uranate de magnésium	<b>Ca</b>	1,35 ± 0,12	50 g d'uranate de magnésium	(HS 2844 109000)
		<b>Fe</b>	2,90 ± 0,06		
		<b>Na</b>	31,6 ± 1,0		
		<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	1,22 ± 0,07		
		<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	4,31 ± 0,33		

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

Référence	Matrice	Teneur certifiée (g.kg <sup>-1</sup> d'uranate de sodium)		Conditionnement	Observations
<b>GRENAT</b>	Uranate de sodium	<b>Fe</b>	0,303 ± 0,019	50 g d'uranate de sodium	(HS 2844 109000)
		<b>Mo</b>	0,558 ± 0,027		
		<b>Na</b>	81,2 ± 2,3		
		<b>Zr</b>	13,8 ± 0,6		
		<b>SiO<sub>2</sub></b>	1,41 ± 0,10		
		<b>CO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b>	21,1 ± 1,8		
		<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	8,72 ± 0,14		

## 8.5. Matrice verre

Référence	Matrice	Teneur certifiée (mg.kg <sup>-1</sup> d'U)		Conditionnement	Observations	
<b>VERRE LCV UOX</b>	Verre broyé de type oxyde d'uranium	<b>Valeurs certifiées</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	44,52 ± 0,67	25g de poudre d'U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (flacon plastique)	Composition isotopique de l'uranium naturel  Somme des impuretés : 642 mg.kg <sup>-1</sup> d'uranium  (HS 2844 109000)
			<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	13,38 ± 0,28		
			<b>Na<sub>2</sub>O</b>	9,23 ± 0,19		
			<b>CaO</b>	3,66 ± 0,19		
			<b>Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	3,512 ± 0,042		
			<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	2,921 ± 0,040		
			<b>ZrO<sub>2</sub></b>	2,771 ± 0,035		
			<b>ZnO</b>	2,383 ± 0,032		
			<b>MoO<sub>3</sub></b>	2,221 ± 0,030		
			<b>Li<sub>2</sub>O</b>	1,951 ± 0,034		
			<b>La<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1,521 ± 0,034		
			<b>Cs<sub>2</sub>O</b>	1,361 ± 0,019		
			<b>BaO</b>	0,865 ± 0,029		
			<b>RuO<sub>2</sub></b>	0,853 ± 0,016		
			<b>Pd</b>	0,776 ± 0,022		
			<b>Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,660 ± 0,021		
			<b>MnO<sub>2</sub></b>	0,470 ± 0,016		
			<b>SrO</b>	0,402 ± 0,013		
			<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0,220 ± 0,011		
			<b>NiO</b>	0,080 ± 0,010		
		<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,0501 ± 0,0063			
		<b>SnO<sub>2</sub></b>	0,0300 ± 0,0038			
		<b>Valeurs indicatives</b>	<b>TeO<sub>2</sub></b>	0,205 ± 0,017		
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4,183 ± 0,072					
<b>Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1,221 ± 0,021					

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)

## 9. Matériaux de référence certifiés en surface spécifique

Référence	Matrice	Surface spécifique certifiée (m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	Conditionnement	Observations
<b>SYRHA</b>	UO <sub>2</sub>	3,41 ± 0,04	100g de poudre d'UO <sub>2</sub>	(HS 2844 301900)

## 10. Matériaux de référence

Les valeurs figurant dans les tableaux suivants sont indicatives et sont données sans incertitude.

### 10.1 Matériaux de référence de composés organiques

Référence	Pureté (kg.kg <sup>-1</sup> )	Conditionnement	Observations
<b>DBP</b>	0,991	50ml de solution	/
<b>H<sub>2</sub>MBP</b>	0,992	50ml de solution	/

### 10.2. Matériaux de référence d'uranium métal : FLORALIES

Les floralies sont des copeaux d'uranium naturel (HS 2844109000) sous forme métal, imprégnés d'huile de paraffine.

Référence	Conditionnement	Teneur (mg.kg <sup>-1</sup> d'uranium)													
		Ag	Al	B	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Si	Sn	Zr
<b>Bleuet</b>	Flacon en verre de 1l	<0,5	40	≤0,2	4	5	12	70	6	7	24	1,5	70	≤2	25
<b>Dahlia</b>	Flacon en verre de 0,5l	0,6	90	0,8	8	140	72	450	32	30	290	2	40	7	70
<b>Eglantine</b>	Flacon en verre de 1l ou 2l	1,2	120	0,25	15	15	7	38	4	50	50	15	13	20	110
<b>Fuschia</b>	Flacon en verre de 0,5l	1,3	150	0,35	26	17	23	200	60	95	110	25	110	20	150

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

 Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)



Référence	Conditionnement	Teneur (en mg.kg <sup>-1</sup> d'uranium)																
		Al	B	Be	Bi	Ca	Cr	Cu	Fe	In	Mn	Nb	Ni	Si	Th	Ti	V	W
<b>Iris</b>	Flacon en verre de 1l ou 2l	100	/	0,2	≤1	4	27	35	130	6	6	≤10	115	13	<5	10	3	≤5
<b>Kentia</b>	Flacon en verre de 0,5l	120	1,3	/	/	5	9	130	110	/	12	20	480	40	<5	40	3	5

Référence	Conditionnement	Teneur (en mg.kg <sup>-1</sup> d'uranium)												
		Ag	B	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Si	Sn	Th	Zr
<b>Romarin</b>	Flacon en verre de 2l	270	≤0,1	2,5	7	8	95	5	25	6	40	25	<50	30
<b>Sauge</b>	Flacon en verre de 1l	465	0,2	5	12	13	200	10	51	13	40	50	<50	50

CETAMA

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Marcoule - B. P. 17171

30207 BAGNOLS SUR CEZE CEDEX - FRANCE

Email : [cetama@cea.fr](mailto:cetama@cea.fr)