

cea

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 - 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.....	7
6.5. Matériaux d'uranium et de plutonium.....	8
7. Matériaux de référence certifiés en composition isotopique.....	9
7.1. Matériaux d'américium	9
7.2. Matériaux de plutonium.....	9
7.3. Matériaux d'uranium.....	11
7.4. Matériaux d'uranium et de plutonium.....	11
8. Matériaux de référence certifiés en teneur en impuretés.....	12
8.1. Matrice uranium métal	12
8.2. Matrice oxyde d'uranium	12
8.3. Matrice uranate.....	16
8.4. Matrice verre.....	19
9. Matériaux de référence certifiés en surface spécifique.....	20
10. Matériaux de référence.....	20
10.1 Matériaux de référence de composés organiques.....	20
10.2. Matériaux de référence d'uranium métal : FLORALIES.....	20



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

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

6. Matériaux de référence certifiés en teneur élémentaire

6.1. Matériaux d'américium

Référence	Matrice	Grandeurs certifiées		Conditionnement	Observations
STAM	Solution nitrique 1M environ	^{243}Am	(5,696 ± 0,011) nmol.g ⁻¹ (1,3845 ± 0,0026) µg.g ⁻¹	5,5µg d'américium dans 3,5ml de solution d'acide nitrique (ampoule en verre)	Composition isotopique certifiée (cf. §6.1) Valeur certifiée au 1 ^{er} janvier 2017 (HS 2844 432000)
		^{241}Am	(0,7754 ± 0,0015) nmol.g ⁻¹ (0,18692 ± 0,0036) µg.g ⁻¹		
		Am	(6,472 ± 0,012) nmol.g ⁻¹ (1,5716 ± 0,0030) µg.g ⁻¹		
		M(Am)	(242,821094 ± 0,000085) g.mol ⁻¹		

6.2. Matériaux de neptunium

Référence	Matrice	Teneur certifiée en neptunium 237 (g.l ⁻¹ à 20°C)	Conditionnement	Observations
^{237}Np sol 99	Solution nitrique	1,0210 ± 0,0052	5 ml de solution (ampoule scellée en verre)	(HS 2844 432000)
^{237}Np sol 05	Solution nitrique	1,0140 ± 0,0090	5 ml de solution (ampoule scellée en verre)	(HS 2844 432000)
^{237}Np sol 07	Solution nitrique	1,0080 ± 0,0060	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

6.3. Matériaux de plutonium

Référence	Matrice	Teneur certifiée en plutonium (g.kg ⁻¹)	Conditionnement	Observations
MP2	Plutonium métal	999,0 ± 0,4	0,4 à 0,7 g (double ampoules scellées en verre)	Composition isotopique certifiée (cf. §6.2) Masse certifiée à ±12µg Valeur certifiée au 12 mars 2001 (HS 2844 209900)
EQRAIN Pu15	Solution nitrique	1,2411 ± 0,0015	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Composition isotopique certifiée (cf. §6.2) Valeur certifiée au 12 mars 2001 (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

6.4. Matériaux d'uranium

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

Référence	Matrice	Teneur certifiée en uranium ($g.kg^{-1}$)	Conditionnement	Observations
EQRAIN U15 sol 61	Solution nitrique	$196,21 \pm 0,20$	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Uranium naturel (HS 2844109000)
EQRAIN U15 sol 62	Solution nitrique	$122,58 \pm 0,13$	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Uranium naturel (HS 2844109000)
EQRAIN U16 sol 63	Solution nitrique	$196,61 \pm 0,20$	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Uranium naturel (HS 2844109000)
EQRAIN U16 sol 64	Solution nitrique	$51,747 \pm 0,052$	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Uranium naturel (HS 2844109000)

6.5. Matériaux d'uranium et de plutonium

Référence	Matrice	Grandeurs certifiées $g.kg^{-1}$	Conditionnement	Observations	
EQRAIN (U+Pu)2	Solution nitrique	U	$106,52 \pm 0,13$	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Composition isotopique en Pu certifiée (cf. §6.3) Valeur certifiée au 12 mars 2001 Uranium naturel (HS 2844205900)
		Pu	$1,1192 \pm 0,0013$		
EQRAIN (U+Pu)3	Solution nitrique	U	$116,580 \pm 0,058$	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Composition isotopique en Pu certifiée (cf. §6.3) Valeur certifiée au 12 mars 2001 Uranium naturel (HS 2844205900)
		Pu	$5,9700 \pm 0,0036$		

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

7. Matériaux de référence certifiés en composition isotopique

7.1. Matériaux d'américium

Référence	Matrice	Rapports isotopiques certifiés (fraction atomique) (mol.mol ⁻¹)		Conditionnement	Observations	
STAM	Solution nitrique 1M environ	Valeurs certifiées	$n(^{241}\text{Am})/$ $n(^{243}\text{Am})$	0,136138 ± 0,000054	5,5 µg d'américium dans 3,5ml de solution d'acide nitrique (ampoule en verre)	Concentrati on certifiée (cf. §5.1) Valeur certifiée au 1 ^{er} janvier 2017 (HS 2844 432000)
			$n(^{243}\text{Am})/$ $n(\text{Am})$	0,880069 ± 0,000042		
			$n(^{241}\text{Am})/$ $n(\text{Am})$	0,119810 ± 0,000042		
		Valeurs indicatives	$n(^{242}\text{Am})/n($ $^{243}\text{Am})$	1,373.10 ⁻⁴ ± 0,024.10 ⁻⁴		
			$n(^{242}\text{Am})/n($ $\text{Am})$	1,208.10 ⁻⁴ ± 0,021.10 ⁻⁴		

7.2. Matériaux de plutonium

Référence	Matrice	Rapports isotopiques certifiés (fraction atomique) (mol.mol ⁻¹)		Conditionnement	Observations
MIRF 01	Nitrate de plutonium	$n(^{239}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	0,9783 ± 0,0005	100 µg de Pu sous forme d'extrait sec (flacon en verre)	Valeur certifiée au 01/01/2000 Composition isotopique à titre indicatif (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

Référence	Matrice	Rapports isotopiques certifiés (fraction atomique) (mol.mol ⁻¹)		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)	Concentration certifiée (cf. §5.3)
		$n(^{240}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$2,24324.10^{-2} \pm 0,00051.10^{-2}$		Composition isotopique certifiée au 7 novembre 2006
		$n(^{241}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$2,378.10^{-4} \pm 0,031.10^{-4}$		Masse certifiée à $\pm 12\mu\text{g}$
		$n(^{242}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$7,570.10^{-5} \pm 0,078.10^{-5}$		(HS 2844 209900)
²⁴² 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 01/01/2023
		$n(^{239}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	$0,2704 \pm 0,0018$		2 niveaux de concentration Pu : C1≈0,9g.kg ⁻¹ C2≈4,5mg.kg ⁻¹
		$n(^{240}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	$0,57100 \pm 0,00028$		
		$n(^{241}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	$0,1992 \pm 0,0014$		
		$n(^{244}\text{Pu})/n(^{242}\text{Pu})$	$0,03831 \pm 0,00012$		(HS 2844 209900)
EQRAIN Pu15	Solution nitrique	$n(^{238}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$3,083.10^{-5} \pm 0,029.10^{-2}$	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Concentration certifiée (cf. §5.3)
		$n(^{240}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$2,24324.10^{-2} \pm 0,00051.10^{-2}$		Composition isotopique certifiée au 07/11/ 2006
		$n(^{241}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$2,378.10^{-4} \pm 0,031.10^{-4}$		
		$n(^{242}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$7,570.10^{-5} \pm 0,078.10^{-5}$		(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

7.3. Matériaux d'uranium

Référence	Matrice	Rapports isotopiques certifiés (fraction atomique) (mol.mol ⁻¹)		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 01/01/2000 Composition isotopique à titre indicatif (HS 2844 431000)
CETAMIR 1	U ₃ O ₈	$n(^{233}\text{U})/n(^{238}\text{U})$	$2,881.10^{-4} \pm 0,011.10^{-4}$	1 g d' U ₃ O ₈ (flacon scellé, en verre)	Valeur certifiée au 01/01/1996 (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 ₃ O ₈	$n(^{233}\text{U})/n(^{238}\text{U})$	$1,038.10^{-3} \pm 0,005.10^{-3}$	1 g d' U ₃ O ₈ (flacon scellé, en verre)	Valeur certifiée au 01/01/1996 (HS 2844 203500)
		$n(^{235}\text{U})/n(^{238}\text{U})$	$4,7746.10^{-2} \pm 0,0045.10^{-2}$		
		$n(^{236}\text{U})/n(^{238}\text{U})$	$1,255.10^{-2} \pm 0,001.10^{-2}$		

7.4. Matériaux d'uranium et de plutonium

Référence	Matrice	Rapports isotopiques certifiés (fraction atomique) (mol.mol ⁻¹)		Conditionnement	Observations
EQRAIN (U+Pu)2 et EQRAIN (U+Pu)3	Solution nitrique	$n(^{238}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$3,083.10^{-5} \pm 0,029.10^{-5}$	10 ml de solution (ampoule scellée en verre)	Concentration certifiée en U et Pu (cf. §5.5) Composition isotopique certifiée au 07/11/ 2006 (HS 2844 205900)
		$n(^{240}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$2,24324.10^{-2} \pm 0,00051.10^{-2}$		
		$n(^{241}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$2,378.10^{-4} \pm 0,031.10^{-4}$		
		$n(^{242}\text{Pu})/n(^{239}\text{Pu})$	$7,570.10^{-5} \pm 0,078.10^{-5}$		

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

8. Matériaux de référence certifiés en teneur en impuretés

8.1. Matrice uranium métal

Référence	Matrice	Teneur certifiée (mg.kg ⁻¹)		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)

8.2. Matrice oxyde d'uranium

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

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



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



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

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

8.3. Matrice uranate



Référence	Matrice	Teneur certifiée		Conditionnement	Observations	
FELDSPATH	Uranate d'amonium	Valeurs certifiées	U	(746,5 ± 4,1) g.kg-1 d'uranate d'amonium sec	20 g d'uranate d'amonium	(HS 2844 109000)
			Ca	(128,5 ± 3,0) mg.kg-1 d'U		
			Fe	(42,7 ± 3,1) mg.kg-1 d'U		
			Mg	(25,0 ± 1,1) mg.kg-1 d'U		
			Mo	(30,3 ± 2,1) mg.kg-1 d'U		
			Zr	(68,2 ± 6,1) mg.kg-1 d'U		
		Valeurs indicatives (mg.kg⁻¹ d'uranium)	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 ⁻¹ d'uranate d'ammonium)		Conditionnement	Observations
BERYL	Uranate d'amonium	Fe	0,108 ± 0,030	50 g d'uranate d'ammonium	(HS 2844 109000)
		Na	0,050 ± 0,010		
		PO₄³⁻	0,211 ± 0,036		
		SO₄²⁻	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

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

Référence	Matrice	Teneur certifiée (g.kg ⁻¹ d'uranate de sodium)		Conditionnement	Observations
GRENAT	Uranate de sodium	Fe	0,303 ± 0,019	50 g d'uranate de sodium	(HS 2844 109000)
		Mo	0,558 ± 0,027		
		Na	81,2 ± 2,3		
		Zr	13,8 ± 0,6		
		SiO₂	1,41 ± 0,10		
		CO₃²⁻	21,1 ± 1,8		
		SO₄²⁻	8,72 ± 0,14		

8.4. Matrice verre

Référence	Matrice	Teneur certifiée (mg.kg ⁻¹ d'U)		Conditionnement	Observations	
VERRE LCV UOX	Verre broyé de type oxyde d'uranium	Valeurs certifiées	SiO₂	44,52 ± 0,67	25g de poudre d' U ₃ O ₈ (flacon plastique)	Composition isotopique de l'uranium naturel
			B₂O₃	13,38 ± 0,28		
			Na₂O	9,23 ± 0,19		
			CaO	3,66 ± 0,19		
			Nd₂O₃	3,512 ± 0,042		
			Fe₂O₃	2,921 ± 0,040		
			ZrO₂	2,771 ± 0,035		
			ZnO	2,383 ± 0,032		
			MoO₃	2,221 ± 0,030		
			Li₂O	1,951 ± 0,034		
			La₂O₃	1,521 ± 0,034		
			Cs₂O	1,361 ± 0,019		
			BaO	0,865 ± 0,029		
			RuO₂	0,853 ± 0,016		
			Pd	0,776 ± 0,022		
			Pr₂O₃	0,660 ± 0,021		
			MnO₂	0,470 ± 0,016		
			SrO	0,402 ± 0,013		
			P₂O₅	0,220 ± 0,011		
			NiO	0,080 ± 0,010		
		Cr₂O₃	0,0501 ± 0,0063			
		SnO₂	0,0300 ± 0,0038			
		Valeurs indicatives	TeO₂	0,205 ± 0,017		
Al₂O₃	4,183 ± 0,072					
Ce₂O₃	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

9. Matériaux de référence certifiés en surface spécifique

Référence	Matrice	Surface spécifique certifiée ($m^2.g^{-1}$)	Conditionnement	Observations
SYRHA	UO ₂	3,41 ± 0,04	100g de poudre d'UO ₂	(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 ⁻¹)	Conditionnement	Observations
DBP	0,991	50ml de solution	/
H ₂ MBP	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 (en mg.kg ⁻¹ d'uranium)													
		Ag	Al	B	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Pb	Si	Sn	Zr
Bleuet	Flacon en verre de 1l	<0,5	40	≤0,2	4	5	12	70	6	7	24	1,5	70	≤2	25
Dahlia	Flacon en verre de 0,5l	0,6	90	0,8	8	140	72	450	32	30	290	2	40	7	70
Eglantine	Flacon en verre de 1l ou 2l	1,2	120	0,25	15	15	7	38	4	50	50	15	13	20	110
Fuschia	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



Référence	Conditionnement	Teneur (en mg.kg ⁻¹ d'uranium)																
		Al	B	Be	Bi	Ca	Cr	Cu	Fe	In	Mn	Nb	Ni	Si	Th	Ti	V	W
Iris	Flacon en verre de 1l ou 2l	100	/	0,2	≤1	4	27	35	130	6	6	≤10	115	13	<5	10	3	≤5
Kentia	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 ⁻¹ d'uranium)												
		Ag	B	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Si	Sn	Th	Zr
Romarin	Flacon en verre de 2l	270	≤0,1	2,5	7	8	95	5	25	6	40	25	<50	30
Sauge	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