



Norme
internationale

ISO 11483

**Technologie du combustible
nucléaire — Préparation
des sources de plutonium et
détermination du rapport
isotopique $^{238}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ par
spectrométrie alpha**

*Nuclear fuel technology — Preparation of plutonium sources and
determination of $^{238}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ isotope ratio by alpha spectrometry*

**Troisième édition
2026-09**

Numéro de référence
ISO 11483:2026(fr)

© ISO 2026

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2026

Tous droits réservés.

La présente publication de l'ISO est protégée par le droit d'auteur et demeure la propriété de l'ISO et/ou de ses concédants de licence.

Le contenu de la présente publication de l'ISO est fourni sous licence, et n'est pas vendu. Son utilisation est soumise aux conditions de licence applicables définies par l'ISO, un organisme membre de l'ISO, ou un distributeur tiers agréé.

Sous réserve des besoins liés à sa mise en œuvre ou d'une autorisation expresse prévue aux termes d'une licence distincte, aucune partie de la présente publication de l'ISO ne peut être reproduite, distribuée, modifiée, utilisée ou mise à disposition sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit – électronique ou mécanique, y compris la photocopie, la numérisation, l'enregistrement ou la publication sur des plateformes numériques internes ou externes.

Toute utilisation hors du champ d'application des droits accordés est interdite et peut donner lieu à des poursuites judiciaires.

ISO copyright office

Case postale 401 • CH-1214 Vernier, Genève

Tél.: +41 22 749 01 11

E-mail: copyright@iso.org

Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principe	1
5 Réactifs	2
6 Appareillage	2
7 Préparation de la source	3
7.1 Généralités	3
7.2 Préparation de la source par dépôt de gouttes	3
7.2.1 Préparation de la source sur un disque d'acier inoxydable électrochimiquement poli ^[2]	3
7.2.2 Préparation de la source sur disque de porcelaine ^[3]	3
7.3 Préparation de la source par électrodéposition ^{[4][5]}	4
8 Spectrométrie alpha	4
8.1 Mesurage	4
8.2 Dépouillement du spectre	5
8.2.1 Généralités	5
8.2.2 Méthode de la progression géométrique décroissante ^[9]	5
8.2.3 Méthode de la décroissance exponentielle	7
9 Expression des résultats	8
10 Interférence de l'américium	8
11 Évaluation de l'incertitude	9
12 Interférences	9
Annexe A (informative) Évaluation de l'incertitude standard combinée	10
Bibliographie	17

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO [avait/n'avait pas] reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de brevet.

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 5, *Installations nucléaires, procédés et technologies*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 11483:2005), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- des références normatives et des termes et définitions ont été ajoutés dans les [Articles 2 et 3](#);
- les réactifs chimiques et l'appareillage ont été répertoriés comme des articles indépendants;
- les paragraphes concernant la résolution des spectres alpha, la répétabilité et la reproductibilité ont été supprimés;
- l'évaluation de l'incertitude a été ajoutée à l'[Article 11](#);
- les données du [Tableau 1](#) ont été mises à jour.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 11483 peut être consultée sur le site de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/members.html.

Technologie du combustible nucléaire — Préparation des sources de plutonium et détermination du rapport isotopique $^{238}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ par spectrométrie alpha

1 Domaine d'application

Le présent document décrit les modes opératoires pour préparer des sources de plutonium et mesurer le rapport des activités du ^{238}Pu et du ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) par spectrométrie alpha. La méthode de spectrométrie alpha est utilisée pour déterminer l'abondance isotopique du ^{238}Pu en combinaison avec les rapports de quantité d'isotopes déterminés par spectrométrie de masse après une séparation préalable du plutonium, de l'uranium et des produits de fission, ce qui élimine les interférences isobariques possibles du ^{238}U dans cette dernière méthode. Elle s'applique à l'analyse de solutions purifiées de plutonium en milieu acide nitrique 2 mol/l à 4 mol/l et contenant de 50 µg à 200 µg de plutonium par millilitre, comme cela peut être le cas avec les traitements chimiques et de purification précédant l'analyse isotopique du plutonium par spectrométrie de masse.

Le présent document s'applique aux solutions de plutonium exemptes de ^{241}Am et à celles contenant moins de 10 % d'autres impuretés non volatiles par rapport à la teneur en plutonium. Dans le cas contraire, la purification est réalisée conformément à l'ISO 8299[1].

Les méthodes fournies dans le présent document sont prévues pour un usage combiné ou parallèle à la spectrométrie de masse pour l'analyse isotopique du plutonium dans les solutions de combustibles irradiés ou pour les produits à base de plutonium de qualité nucléaire.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Principe

Une quantité appropriée de solution de plutonium est mélangée à un agent mouillant sur un disque d'acier inoxydable poli électrochimiquement ou sur un disque de porcelaine glacée, puis séchée. Le résidu séché est chauffé à la flamme jusqu'au rouge cerise ou sur un brûleur électrique pour produire une source fine et exempte de résidu de matrice. Le plutonium peut également être électrodéposé en tant qu'oxyde hydraté à l'aide d'une solution tamponnée légèrement acide sur un disque d'acier inoxydable.

La source est mesurée par spectrométrie alpha avec un détecteur à semi-conducteur.

Le spectre est traité pour obtenir le rapport d'activité des isotopes ^{238}Pu et ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$). La traînée du pic ^{238}Pu est corrigée par la méthode de progression géométrique décroissante ou une méthode d'extrapolation exponentielle.

Le rapport des quantités isotopiques $^{238}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ est calculé en utilisant le rapport des quantités isotopiques $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ déterminé par spectrométrie de masse.

5 Réactifs

Utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue et de l'eau distillée ou de pureté équivalente.

5.1 **Éthanol.**

5.2 **Vernis incolore.**

5.3 **Tétraéthylène glycol.**

5.4 **Acide citrique**, $c(\text{HNO}_3) = 15 \text{ mol/l}$.

5.5 **Solution de sulfate d'ammonium**, $c[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4] = 0,1 \text{ mol/l}$, $\text{pH} = 2,5$.

5.6 **Hydroxyde d'ammonium**, $\omega(\text{NH}_4\text{OH}) = 25 \% \text{ à } 28 \%$.

5.7 **Acétone.**

6 Appareillage

L'appareillage courant d'un laboratoire, notamment les éléments suivants doivent être utilisés.

6.1 **Disques polis électrochimiquement.** en acier inoxydable 316, d'un diamètre d'environ 25 mm et d'une épaisseur de 0,5 mm.

6.2 **Pipette à piston**, d'une capacité de 10 μl , avec embout jetable.

6.3 **Lampe infrarouge**, avec une puissance de 250 W.

6.4 **Brûleur**, bec Bunsen ou brûleur électrique.

6.5 **Disque de porcelaine glacée**, de 29 mm de diamètre environ et 5,5 mm d'épaisseur. Un renforcement circulaire de 8,5 mm de diamètre et de 1 mm de profondeur et définissant la surface de la source doit exister au centre du disque pour recevoir la solution d'échantillon. Le glaçage ne doit pas fondre au-dessous de 1 000 °C.

6.6 **Plaque chauffante**, avec une température maximale de 250 °C.

6.7 **Four à moufle**, pouvant être contrôlé à 1 000 °C et équipé d'une nacelle ou d'un tube en quartz amovible, d'une longueur de 100 mm à 200 mm et d'un diamètre de 30 mm. La nacelle doit être assez large pour recevoir les disques de porcelaine.

6.8 **Appareil d'électrodéposition**, avec une densité de courant ajustable jusqu'à 300 mA/cm^2 de surface de dépôt.

6.9 **Cellule d'électrodéposition jetable**, de 10 ml de capacité et de diamètre compatible avec le diamètre des disques en acier inoxydable (6.1).

6.10 **Anode de platine.**

6.11 Spectromètre alpha, configuré avec une chambre à vide, qui peut fournir des pressions de 5 Pa ou moins, et avec un détecteur au Si à barrière de surface passivée ou à ions implantés, de résolution en énergie (FWHM) de 20 keV ou mieux.

Le détecteur doit être monté dans la chambre à vide à une distance d'environ 1,5 fois le diamètre de la source par rapport à la source alpha.

Le taux de comptage du bruit de fond entre 3 MeV et 7 MeV est inférieur à $0,01 \text{ s}^{-1}$.

L'étalonnage énergétique du spectromètre est effectué à l'aide d'une source alpha contenant des nucléides mixtes qui émettent des particules alpha de différentes énergies avant la mesure.

7 Préparation de la source

7.1 Généralités

Il convient que la source soit mince. Il convient que son épaisseur ne limite pas de manière significative la résolution du pic alpha. Deux méthodes peuvent être utilisées pour préparer la source: le dépôt de gouttes ou l'électrodéposition.

Les sources doivent être préparées sous une hotte ventilée ou dans une boîte à gants conçue pour travailler avec des radio-isotopes émetteurs alpha.

7.2 Préparation de la source par dépôt de gouttes

7.2.1 Préparation de la source sur un disque d'acier inoxydable électrochimiquement poli^[2]

7.2.1.1 Nettoyer le disque (6.1) avec de l'éthanol (5.1).

7.2.1.2 Tracer un anneau circulaire, d'environ 12 mm de diamètre sur la surface polie du disque avec le vernis (5.2) et laisser sécher.

NOTE Un pinceau d'artiste peut être pratique pour cette opération.

7.2.1.3 Pipetter 10 µl de tétraéthylène glycol (5.3) à l'intérieur de l'anneau circulaire.

7.2.1.4 Changer l'embout de la pipette et pipetter 10 µl de la solution d'échantillon à l'intérieur de l'anneau circulaire.

7.2.1.5 Chauffer doucement le disque sous une lampe infrarouge (6.3) ou à la flamme d'un bec Bunsen (6.4). Il convient que la solution s'évapore lentement, sans bouillir.

7.2.1.6 Lorsque le disque est sec, le transférer sur un brûleur électrique (6.4), ou l'introduire dans la zone réductrice de la flamme du bec Bunsen, et porter la source au rouge sombre pendant environ 30 secondes.

7.2.1.7 Laisser le disque refroidir à la température ambiante. La source est maintenant prête pour les mesures.

7.2.2 Préparation de la source sur disque de porcelaine^[3]

7.2.2.1 Nettoyer la surface du disque de porcelaine (6.5) à l'aide d'un tissu de papier imbibé d'éthanol (5.1).

7.2.2.2 Pipetter 10 µl de tétraéthylène glycol (5.3) dans le renforcement au centre du disque de porcelaine et l'étaler avec l'embout de la pipette sur toute la surface du renforcement.