
**Énergie nucléaire — Méthode d'essai
normalisée de la stabilité à long terme à
l'irradiation alpha des matrices de
confinement des déchets radioactifs de
haute activité**

*Nuclear energy — Standard method for testing the long-term alpha
irradiation stability of matrices for solidification of high-level radioactive
waste*
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 6962:2004](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8dcf129a-4c5f-4cb0-87a9-a3e6508adc65/iso-6962-2004>



PDF — Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 6962:2004](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8dcf129a-4c5f-4cb0-87a9-a3e6508adc65/iso-6962-2004>

© ISO 2004

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	1
3	Termes et définitions	1
4	Principe	2
5	Méthodologie de test	2
6	Composition de l'échantillon	3
7	Préparation de l'échantillon	3
8	Mesures avant stockage	3
9	Stockage	3
10	Mesurages pendant et après le stockage	4
11	Procès-verbal d'essai	5
	Bibliographie	8

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 6962:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8dcf129a-4c5f-4cb0-87a9-a3e6508adc65/iso-6962-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8dcf129a-4c5f-4cb0-87a9-a3e6508adc65/iso-6962-2004>

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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 6962 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, sous-comité SC 5, *Technologie du combustible nucléaire*. (standards.iteh.ai)

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 6962:1982), dont elle constitue une révision technique.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8dcf129a-4c5f-4cb0-87a9-a3e6508adc65/iso-6962-2004>

Introduction

Il est généralement admis qu'un solide est la meilleure forme pour confiner ou entreposer les déchets de haute activité issus de la première étape d'une installation de retraitement des combustibles nucléaires usés. Ce solide sera de préférence coulé ou moulé dans un conteneur en acier sous forme de bloc pesant plusieurs centaines de kilogrammes. Devant être soumis à différents types de radiations et intégrer d'importantes doses, il est important que ces radiations n'affectent pas et ne modifient pas de manière significative ses propriétés durant des périodes de temps très longues. C'est ainsi qu'il y a lieu de tester la stabilité sous rayonnements des compositions choisies.

Bien que les désintégrations β provenant des produits de fission sont de loin plus nombreuses que les désintégrations α issues des actinides incorporés, l'essentiel de l'énergie des particules β (électrons) est dissipée par ionisation des atomes le long de leur parcours, leur effet peut être considéré comme un effet transitoire. Par contre, presque tous les déplacements atomiques dans le solide seront causés par les désintégrations α et notamment par les noyaux de recul émis au cours de ces désintégrations. La désintégration alpha génère de l'hélium et les atomes d'hélium constituent un corps étranger dans la matrice. Durant le stockage à long terme, la pression d'hélium dans la matrice monte à plusieurs atmosphères. C'est donc la stabilité de la matrice soumise aux désintégrations α qui doit être testée.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 6962:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8dcf129a-4c5f-4cb0-87a9-a3e6508adc65/iso-6962-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8dcf129a-4c5f-4cb0-87a9-a3e6508adc65/iso-6962-2004>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6962:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8dcf129a-4c5f-4cb0-87a9-a3e6508adc65/iso-6962-2004>

Énergie nucléaire — Méthode d'essai normalisée de la stabilité à long terme à l'irradiation alpha des matrices de confinement des déchets radioactifs de haute activité

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode permettant d'évaluer la stabilité à long terme d'un solide soumis aux désintégrations α , par détection de toutes les modifications des propriétés d'un échantillon irradié.

Le matériau jusqu'à présent retenu est un verre au borosilicate, mais des alternatives possibles comprennent

- des céramiques ou des vitrocéramiques, ou
- des verres de compositions différentes.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 16797, *Énergie nucléaire — Test de durabilité chimique en mode Soxhlet — Application aux matrices vitrifiées des déchets radioactifs de haute activité*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

déchet radioactif

tout résidu contenant des matières radioactives qui ne peuvent être considérées actuellement comme valorisables ou économiquement récupérables

3.2

colis,

colis de déchets

produit de conditionnement comprenant le déchet ainsi que tout conteneurs(s) ou toute(s) barrière(s) interne(s) (blindage ou revêtement interne par exemple), préparé conformément aux exigences s'appliquant à la manipulation, au transport, à l'entreposage et/ou au confinement

3.3

déchet

le déchet proprement dit dans son état physique et chimique, après traitement et conditionnement avant emballage; le déchet est un élément du colis de déchet

3.4

conteneur

enveloppe externe d'un colis de déchets

3.5

matrice

matrice de déchets

partie du déchet, contenu dans un colis de déchets, au sein de laquelle sont dispersées des substances radioactives

4 Principe

La plupart des déplacements atomiques étant causés par les noyaux de recul, une irradiation externe avec des particules α n'est pas considérée comme une simulation satisfaisante. Pour obtenir une simulation satisfaisante, il faut préparer des échantillons de la matrice choisie de façon réaliste en utilisant les mêmes proportions que les éléments constitutifs des produits de fission, les éléments radioactifs n'ayant pas de nucléides inactifs seront, pour des raisons pratiques, remplacés par des simulants spécifiques. Ces échantillons sont ensuite dopés avec un émetteur α de période relativement courte, de façon à ce qu'ils puissent intégrer en quelques années des doses équivalentes (nombre de désintégrations α par gramme) aux doses intégrables à long terme.

NOTE La différence de débit de dose entre le déchet réel et la forme dopée nécessite l'étude de cet aspect des choses.

Il est alors possible d'examiner l'évolution des propriétés physiques importantes.

Il convient de remarquer que c'est le changement détecté dans les propriétés de la matrice sous l'effet des radiations qui est important. Le test ISO 16797 de lixiviation en mode Soxhlet permet de détecter, de façon satisfaisante, l'évolution de l'altération de la matrice étudiée, bien qu'il n'ait qu'une représentativité limitée dans le contexte environnemental du stockage.

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5 Méthodologie de test

ISO 6962:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8dcf129a-4c5f-4cb0-87a9-a3e6508adc65/iso-6962-2004>

5.1 Calcul de la dose à intégrer

La concentration des actinides dans le combustible retraité peut être calculée en utilisant un code informatique. Il faut ensuite évaluer la quantité d'actinides déjà incorporés, ou à incorporer, au flux de déchets fortement radioactifs de l'installation de retraitement. Si l'on ne dispose pas de cette information on considérera que tout le curium et tout l'américium, ainsi que 0,5 % à 1 % du plutonium, sont les principaux radio éléments contribuant à la dose intégrée par la matrice après plusieurs milliers d'années. La durée de vieillissement sur laquelle la simulation est menée doit alors faire l'objet d'une décision. Il est recommandé d'envisager au moins plusieurs milliers d'années (entre 1 000 et 10 000 ans par exemple). Pour des durées courtes ^{238}Pu , ^{244}Cm et ^{241}Am sont les nucléides prépondérants à prendre en considération. Pour des durées longues, ^{239}Pu et ^{240}Pu contribuent à la dose intégrée.

5.2 Choix du nucléide à utiliser

Il convient d'utiliser des émetteurs alpha à vie courte pour doper la matrice de confinement simulée: ^{238}Pu , ^{241}Am , ^{242}Cm , ^{244}Cm sont les principaux. Le choix effectué dépend souvent de la disponibilité des dopants. Les critères suivant sont néanmoins à considérer.

a) Le ^{238}Pu est plus facile à manipuler que tout autre émetteur à vie plus courte.

b) Les périodes radioactives étant de:

- ^{238}Pu 87,7 ans,
- ^{241}Am 433 ans,
- ^{242}Cm 163 jours, et
- ^{244}Cm 18,1 ans,

pour une dose donnée il faut ajouter plus d'américium ou de plutonium que de curium.

- c) la solubilité de l'oxyde de plutonium étant limitée dans certaines matrices complexes, la préparation de l'échantillon peut conduire à de l'oxyde de plutonium insoluble et les actinides risquent de se répartir de manière inégale dans les différentes phases de l'échantillon. Pour vérifier qu'il n'y a pas de ségrégation globale, il convient de pratiquer une autoradiographie et un examen microscopique sur une éprouvette découpée à l'intérieur de l'échantillon.

Une fois la dose requise décidée, on détermine la concentration nécessaire du nucléide choisi donnant cette dose dans un délai raisonnable. Le calcul doit se faire, là encore au cas par cas, en raison des variations de pureté isotopique de l'actinide disponible.

6 Composition de l'échantillon

La composition de l'échantillon d'essai doit être aussi voisine que possible de celle des déchets industriels. L'objectif étant d'altérer au minimum les caractéristiques chimiques de la matrice il faut ajouter du curium aux déchets simulés, sur la base d'un atome pour un atome, au lieu a) d'autres actinides, et b) d'autres éléments de terres rares. De même, le ^{238}Pu doit remplacer d'abord le cérium ou l'uranium, puis, si nécessaire, certaines terres rares. Il faut préparer des échantillons non dopés pour permettre d'effectuer des comparaisons.

7 Préparation de l'échantillon

La préparation de l'échantillon peut être testée, par exemple, par autoradiographie et examen au microscope. Il est essentiel de vérifier la distribution uniforme du dopant α dans le matériau. Pour un matériau non vitreux, la distribution des actinides dans les phases cristallines, doit être connue et le dopant doit se répartir de la même façon. Sinon une bonne représentativité de la simulation ne peut pas être obtenue. En effet, les particules α (responsables de phénomènes d'ionisation) peuvent pénétrer dans les phases adjacentes à celles où la désintégration se produit. Les noyaux de recul, qui génèrent les déplacements atomiques, parcourent de faibles distances (environ 100 Å) et provoquent un dommage uniquement dans les phases où la désintégration a lieu.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8dcf129a-4c5f-4cb0-87a9-a3e6508adc65/iso-6962-2004>

8 Mesures avant stockage

Il convient que les mesures suivantes soient effectuées sur échantillons dopés et non dopés dès la fin de leur préparation. Elles concernent:

- la vitesse initiale de lixiviation de la matrice,
- la masse volumique,
- l'examen optique et microscopique d'un échantillon,
- l'examen par diffraction des rayons X,
- la chaleur dégagée,
- les propriétés mécaniques (facultatif).

Les techniques à utiliser sont explicitées à l'Article 10.

9 Stockage

Les échantillons doivent être stockés à température ambiante et sous air sec ou sous atmosphère inerte comme par exemple l'argon, pendant toute la période de l'essai, qui est souvent d'une année ou plus. Facultativement il est possible de stocker une seconde série d'échantillons à une température plus élevée, appropriée aux conditions de stockage.

NOTE En effet, si les déchets, qui ont été refroidis pendant plusieurs années, doivent être solidifiés dans des cylindres de grand diamètre, la vitesse de refroidissement au voisinage du centre du solide sera très lente et il peut s'avérer adéquat de conserver un échantillon à une température élevée. Il semble néanmoins probable que les effets des rayonnements aillent en s'atténuant lorsque la température augmente, d'où l'importance de stocker les échantillons à la température minimale que connaîtra le solide.