
**Sûreté-criticité — Évaluation des
systèmes mettant en œuvre des
combustibles REP UOX — Approche
conservative de crédit burnup**

*Nuclear criticality safety — Evaluation of systems containing PWR UOX
fuels — Bounding burnup credit approach*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 27468:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/72df0179-84d1-4482-a8db-8af4c779aae5/iso-27468-2011)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/72df0179-84d1-4482-a8db-
8af4c779aae5/iso-27468-2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/72df0179-84d1-4482-a8db-8af4c779aae5/iso-27468-2011)



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 27468:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/72df0179-84d1-4482-a8db-8af4c779aae5/iso-27468-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

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

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Méthodologie des évaluations de sûreté-criticité tenant compte de la combustion massique du combustible	3
5 Mise en œuvre des évaluations de sûreté-criticité tenant compte de la combustion massique du combustible	7
Annexe A (informative) Validation des codes d'évolution à partir des données des examens post- irradiation	8
Annexe B (informative) Mise en œuvre opérationnelle d'une application de crédit burnup	9
Bibliographie	10

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 27468:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/72df0179-84d1-4482-a8db-8af4c779aac5/iso-27468-2011>

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 27468 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 5, *Cycle du combustible nucléaire*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 27468:2011
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/72df0179-84d1-4482-a8db-8af4c779aae5/iso-27468-2011>

Introduction

Dans les études de criticité de systèmes mettant en œuvre des combustibles à base d'oxyde d'uranium (UOX) irradié dans les réacteurs à eau sous pression (REP), le combustible a été considéré pendant des années comme non irradié. Cependant, la caractérisation et la prise en compte des propriétés du combustible après irradiation pourraient généralement conduire à dégager des marges de sûreté-criticité.

L'utilisation de combustibles REP UOX de plus en plus enrichis en ^{235}U motive la prise en compte du crédit burnup dans les applications, existantes et nouvelles, d'entreposage, de traitement ou de transport de combustible irradié. Il s'agit de réaliser une évaluation plus réaliste du facteur de multiplication effectif des neutrons, k_{eff} , d'un système contenant du combustible irradié en appliquant les méthodes mises à la disposition des spécialistes en sûreté-criticité. La valeur maximale de k_{eff} en conditions normales et incidentelles peut ainsi être réduite par rapport à l'hypothèse d'un combustible non irradié.

En outre, la prise en compte du crédit burnup peut améliorer la sûreté globale (moins de déplacements de colis de transport, etc.).

En conséquence, la présente Norme internationale souligne la nécessité de considérer de nouveaux paramètres, qui s'ajoutent à ceux devant être évalués pour un combustible non irradié, afin de garantir la prise en compte de façon sûre du crédit burnup. Elle présente les différents points qu'il convient d'aborder dans les études avec prise en compte du crédit burnup pour les systèmes utilisant des combustibles contenant initialement des oxydes d'uranium et qui sont ensuite irradiés dans un REP.

La présente Norme internationale établit une approche conduisant à définir un calcul conservatif de k_{eff} . D'autres approches de prise en compte du crédit burnup peuvent également être envisagées mais ne sont pas couvertes par la présente Norme internationale (par exemple calculer une configuration avec des hypothèses d'irradiation du combustible moyennes puis appliquer, sur les résultats de k_{eff} obtenus, des pénalisations couvrant les variations/biais/incertitudes de ces hypothèses), notamment s'il existe un mode de contrôle de la sûreté criticité complémentaire (par exemple utilisation de bore, de gadolinium ou transport à sec).

L'évaluation globale de la sûreté-criticité et les conditions de mise en œuvre opérationnelle du crédit burnup ne sont pas couverts par la présente Norme internationale. L'étude du crédit burnup telle que présentée dans la présente Norme internationale est néanmoins indispensable pour l'évaluation globale de la sûreté-criticité et pour la mise en œuvre opérationnelle du crédit burnup.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 27468:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/72df0179-84d1-4482-a8db-8af4c779aac5/iso-27468-2011>

Sûreté-criticité — Évaluation des systèmes mettant en œuvre des combustibles REP UOX — Approche conservatrice de crédit burnup

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit une méthodologie d'évaluation de sûreté-criticité faisant intervenir le crédit burnup. Elle identifie les paramètres importants et spécifie des exigences, des recommandations et les précautions à prendre en compte dans les évaluations. Elle met également en évidence les principaux aspects techniques permettant d'assurer que la composition ou l'historique du combustible pris en compte dans les calculs conduit à une valeur conservatrice du facteur de multiplication effectif des neutrons, k_{eff} .

La présente Norme internationale est applicable au transport, à l'entreposage, au stockage et au traitement de matière fissile irradiée provenant du combustible des réacteurs à eau sous pression (REP) à base d'oxyde d'uranium (UOX).

Les combustibles irradiés dans d'autres types de réacteurs (par exemple à eau bouillante) et les combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium ne sont pas couverts par la présente Norme internationale.

La présente Norme internationale ne spécifie pas d'exigences relatives à l'évaluation globale de la sûreté-criticité ou à la mise en œuvre opérationnelle du crédit burnup.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/72df0179-84d1-4482-a8db-8af4c779aac5/iso-27468-2011>

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 1709, *Énergie nucléaire — Matières fissiles — Principes de sécurité en matière de criticité lors du stockage, de la manipulation et du traitement*

ISO 14943, *Technologie du combustible nucléaire — Critères administratifs concernant la sûreté-criticité nucléaire*

3 Termes et définitions

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

3.1

actinide

élément dont le numéro atomique est compris entre 90 et 103

NOTE De nombreux actinides sont produits lors de l'irradiation en raison de la capture de neutrons sur d'autres actinides et/ou de la décroissance d'autres actinides et/ou par des réactions (n, 2n), etc. Les nucléides correspondants sont tous producteurs de neutrons et certains sont des producteurs de neutrons nets (en tenant compte de la production et de l'absorption de neutrons) pour un spectre d'énergie de neutrons lents.

3.2

profil axial de combustion massique

répartition axiale réelle ou modélisée de la combustion massique dans l'assemblage combustible

NOTE La répartition axiale de la combustion massique est causée par les fuites axiales des neutrons, les variations axiales d'enrichissement du combustible, l'augmentation de température du modérateur à travers le cœur, la présence de poisons consommables de hauteur partielle et l'insertion partielle des barres de commande.

3.3

poison consommable

nucléide absorbant les neutrons, ajouté au combustible de l'assemblage pour contrôler la réactivité du réacteur et la distribution de puissance

NOTE 1 Au fur et à mesure de l'exploitation du réacteur, le matériau absorbant les neutrons s'appauvrit ou est «consommé». En conséquence, si la présence de poisons consommables fixes ou mobiles est prise en compte dans l'analyse de sûreté-criticité, la condition la plus réactive peut ne pas être celle du combustible neuf.

NOTE 2 Voir également l'ISO 921:1997, entrée 135.

3.4

combustion massique

burnup

taux de combustion

énergie moyenne libérée dans une région définie du combustible au cours de son irradiation

NOTE 1 Cette région peut être un assemblage combustible complet ou une partie de celui-ci. La combustion massique s'exprime généralement sous forme d'énergie libérée par masse des actinides fissibles initiaux (dans le cadre de la présente Norme internationale, il s'agit uniquement d'uranium). Les unités généralement utilisées sont le mégawatt-jour par tonne d'uranium initial (MWj/t) ou le gigawatt-jour par tonne d'uranium initial (GWj/t).

NOTE 2 Voir également l'ISO 921:1997, entrée 1156. [ISO 27468:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/72df0179-84d1-4482-a8db-8af4c779aac5/iso-27468-2011)

3.5

crédit burnup

marge de réduction du k_{eff} d'un système étudié, induite par l'irradiation en réacteur du combustible présent dans ce système, telle que déterminée à l'aide d'un processus d'évaluation structuré

3.6

temps de refroidissement

période suivant l'arrêt de l'irradiation du combustible en réacteur

NOTE Au cours de cette période, la décroissance radioactive engendre des variations dans la composition du combustible.

3.7

calcul d'évolution

calcul visant à définir la concentration des différents nucléides dans le combustible à l'issue de son irradiation en réacteur, c'est-à-dire pour un temps de refroidissement nul

NOTE 1 D'autres propriétés du combustible peuvent habituellement être déterminées par des calculs d'évolution (par exemple les sections efficaces macroscopiques pondérées par le flux neutronique ou le k_{∞} de la cellule).

NOTE 2 La décroissance radioactive entre les cycles d'irradiation en réacteur et après le déchargement du combustible est généralement traitée par la même procédure de calcul.

3.8

effet d'extrémité

impact sur le k_{eff} des parties les moins irradiées de l'assemblage combustible (extrémités supérieure et inférieure de l'assemblage)

NOTE L'effet d'extrémité (en anglais, *end effect*) est couramment défini comme étant la différence entre les valeurs du k_{eff} des deux systèmes suivants:

- un système contenant des assemblages combustibles irradiés ayant une composition de combustible uniforme, correspondant à la combustion massique moyenne et au spectre énergétique moyen d'irradiation du combustible;
- le même système contenant des assemblages combustibles irradiés ayant une composition de combustible à variation axiale, correspondant au profil axial de combustion massique, en tenant compte du spectre énergétique des neutrons au cours de l'irradiation.

3.9

produit de fission

nucléide produit par fission nucléaire

NOTE 1 Au cours de cette réaction, deux ou plusieurs produits de fission sont produits, ainsi que des neutrons et d'autres rayonnements (gamma, etc.). Les produits de fission peuvent être le résultat direct des fissions ou être créés par décroissance d'autres produits de fission ou par absorption de neutrons sur d'autres produits de fission. Généralement, seuls certains produits de fission sont pris en compte dans les études faisant intervenir le crédit burnup, mais il est nécessaire de prendre en compte tous les produits de fission pour simuler l'irradiation du combustible en réacteur.

NOTE 2 Voir également l'ISO 921:1997, entrée 478.

3.10

système faiblement couplé

système dans lequel deux (ou plus) zones présentant un k_{eff} «local» élevé sont séparées par des zones de faible poids en réactivité

NOTE Des problèmes de convergence peuvent survenir en cas de recours à une méthode de Monte Carlo pour calculer la valeur de k_{eff} de tels systèmes dans lesquels les interactions neutroniques entre les zones les plus réactives sont faibles.

3.11

validation

détermination documentée que la combinaison de modèles, méthodes et données nucléaires implémentées dans un code de calcul représente de façon juste le processus ou le système pour lequel il est conçu

NOTE Cette détermination documentée est obtenue en comparant les résultats du code à des résultats expérimentaux de référence (benchmarks), pour définir le biais de calcul et les domaines d'applicabilité de la méthode de calcul.

4 Méthodologie des évaluations de sûreté-criticité tenant compte de la combustion massique du combustible

ATTENTION — Pour pouvoir appliquer le présent article, il est nécessaire de connaître la composition initiale de chaque combustible et son historique d'irradiation.

4.1 Généralités

L'approche conservatrice définie dans la présente Norme internationale comprend les principales étapes suivantes, pour une application donnée (par exemple un transport, un entreposage, un traitement, un stockage) et pour une gamme donnée de combustibles irradiés:

- choisir et justifier la répartition de la combustion massique à modéliser dans les assemblages combustibles (voir 4.2);
- calculer la composition de combustible irradié pour chaque valeur de combustion massique retenue, en tenant compte du temps de refroidissement (voir 4.3);