



Analyse de la sûreté : **Études probabilistes de sûreté (EPS) pour les centrales nucléaires**

REGDOC-2.4.2

Août 2013

ÉBAUCHE



Études probabilistes de sûreté (EPS) pour les centrales nucléaires

Document d'application de la réglementation REGDOC-2.4.2

© Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) 2013

Numéro de catalogue de TPSGC XXXXXXXX

ISBN XXXXX

La reproduction d'extraits du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition que la source soit indiquée en entier. Toutefois, sa reproduction en tout ou en partie à des fins commerciales ou de redistribution nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

Also available in English under the title: Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants

Disponibilité du document

Les personnes intéressées peuvent consulter le document sur le site Web de la CCSN à suretenucleaire.gc.ca ou l'obtenir, en français ou en anglais, en communiquant avec la :

Commission canadienne de sûreté nucléaire
280, rue Slater
C.P. 1046, succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
CANADA

Téléphone : 613-995-5894 ou 1-800-668-5284 (Canada seulement)

Télécopieur : 613-995-5086

Courriel : info@cnscccsn.gc.ca

Site Web : suretenucleaire.gc.ca

Facebook : facebook.com/Commissioncanadiennedesuretenucleaire

YouTube : youtube.com/cnscccsn

Historique de publication

[mois, année] Édition x.1

Préface

Ce document d'application de la réglementation fait partie de la série de documents d'application de la réglementation de la CCSN intitulée Analyse de la sûreté. La liste complète des séries figure à la fin de ce document et elle peut être consultée à partir du site Web de la CCSN, à <http://www.suretenucleaire.gc.ca/documents-de-reglementation>.

Ce document d'application de la réglementation énonce les exigences de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) à l'égard des études probabilistes de sûreté.

Publié en tant que REGDOC-2.4.2, ce document constitue la deuxième version des *Études probabilistes de sûreté (EPS) pour les centrales nucléaires*. Il remplace la norme S-294, l'ancienne version portant le même titre. Le REGDOC-2.4.2 comprend des modifications pour tenir compte des leçons tirées de l'accident nucléaire de Fukushima survenu en mars 2011 et pour donner suite aux constatations découlant du *Rapport du Groupe de travail de la CCSN sur Fukushima*, qui s'appliquent au document S-294.

Le présent document se veut un élément du fondement d'autorisation d'une installation ou d'une activité réglementée. Il sera intégré soit aux conditions et aux mesures de sûreté et de réglementation d'un permis, soit aux mesures de sûreté et de réglementation décrites dans la demande de permis et les documents soumis à l'appui de cette demande.

Remarque importante : Ce document fait partie du fondement d'autorisation d'une installation ou d'une activité réglementée si on s'y réfère directement ou indirectement dans le permis (notamment dans des documents cités en référence du titulaire de permis).

Le fondement d'autorisation établit les conditions limites du rendement acceptable pour une installation ou une activité réglementée et établit les bases du programme de conformité de la CCSN à l'égard de cette installation ou activité réglementée.

Dans le cas où le document est un élément du fondement d'autorisation, le terme « doit » est employé pour exprimer une exigence à laquelle le titulaire ou le demandeur de permis doit se conformer; le terme « devrait » dénote une orientation ou une mesure conseillée; le terme « pourrait » exprime une option ou une mesure conseillée ou acceptable dans les limites de ce document d'application de la réglementation; et le terme « peut » exprime une possibilité ou une capacité.

Aucune information contenue dans le présent document ne doit être interprétée comme libérant le titulaire de permis de toute autre exigence pertinente. Le titulaire de permis a la responsabilité de prendre connaissance de tous les règlements et de toutes les conditions de permis applicables et d'y adhérer.

Table des matières

| | |
|--|----------|
| Études probabilistes de sûreté (EPS) pour les centrales nucléaires..... | 1 |
| 1. Introduction..... | 1 |
| 1.1 Objet | 1 |
| 1.2 Portée | 1 |
| 1.3 Législation et réglementation pertinentes | 1 |
| 2. Contexte | 2 |
| 3. Objectifs de l'étude probabiliste de sûreté | 2 |
| 4. Exigences d'une étude probabiliste de sûreté..... | 2 |
| 4.1 Niveaux de l'étude probabiliste de sûreté | 2 |
| 4.2 Systèmes de gestion ou assurance de la qualité | 2 |
| 4.3 Représentation de la centrale dans les modèles de l'étude probabiliste de sûreté | 3 |
| 4.4 Mise à jour des modèles de l'étude probabiliste de sûreté..... | 3 |
| 4.5 Hypothèses et données réalistes..... | 3 |
| 4.6 Niveau de détail conforme | 3 |
| 4.7 Méthodologie et codes informatiques | 3 |
| 4.8 Événements déclencheurs propres au site et dangers potentiels | 3 |
| 4.9 États d'exploitation de la centrale..... | 3 |
| 4.10 Analyses de sensibilité et d'incertitude..... | 4 |
| 5. Directive concernant l'information et la divulgation publiques..... | 4 |
| Glossaire..... | 5 |
| Références..... | 8 |

Études probabilistes de sûreté sûreté (EPS) pour les centrales nucléaires

1. Introduction

1.1 Objet

Le but de ce **document d'application** de la réglementation est, lorsqu'il est cité dans un permis de construction ou d'exploitation d'une centrale nucléaire, ou dans tout autre instrument de réglementation, de s'assurer que le titulaire de permis réalise une étude probabiliste de sûreté (EPS) en conformité avec les exigences définies.

1.2 Portée

Ce **document** fixe les exigences relatives à l'EPS qu'un titulaire de permis de construction ou d'exploitation d'une centrale nucléaire doit réaliser lorsque le permis, ou tout autre instrument de réglementation, l'exige.

1.3 Législation et réglementation pertinentes

La *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) et ses règlements d'application ne contiennent pas de références explicites aux EPS pour les centrales nucléaires. Cependant, les articles suivants sont pertinents au présent document :

- l'article 3 de la LSRN établit l'objet de la loi et prévoit « la limitation, à un niveau acceptable, des risques liés au développement, à la production et à l'utilisation de l'énergie nucléaire [...] tant pour la préservation de la santé et de la sécurité des personnes et la protection de l'environnement que pour le maintien de la sécurité nationale, et le respect par le Canada de ses obligations internationales »
- le paragraphe 24(4) de la LRSN stipule que « La Commission ne délivre, ne renouvelle, ne modifie ou ne remplace une licence ou un permis que si elle est d'avis que l'auteur de la demande, à la fois :
 - a. est compétent pour exercer les activités visées par la licence ou le permis
 - b. prendra, dans le cadre de ses activités, les mesures voulues pour préserver la santé et la sécurité des personnes, pour protéger l'environnement, pour maintenir la sécurité nationale et pour respecter les obligations internationales que le Canada a assumées »
- le paragraphe 24(5) de la LRSN stipule que les permis délivrés par la Commission peuvent être assortis des conditions que la Commission estime nécessaires à l'application de la Loi

2. Contexte

Les **normes** de sûreté suivantes de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) **ou leurs versions mises à jour** présentent des principes généraux pour produire une EPS de grande qualité :

- **AIEA, norme de sûreté SSG-3, *Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants***
- **AIEA, norme de sûreté SSG-4, *Development and Application of Level 2 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants***

3. Objectifs de l'étude probabiliste de sûreté

Voici les objectifs de l'étude probabiliste de sûreté :

- a. effectuer une analyse systématique permettant d'établir avec confiance que la conception sera conforme aux objectifs fondamentaux de sûreté**
- b. démontrer que l'on a élaboré une conception équilibrée**
- c. donner l'assurance de la prévention d'une augmentation catastrophique de la gravité des conséquences découlant d'un petit changement de conditions (effet de falaise)**
- d. évaluer les probabilités d'apparition d'états graves d'endommagement du cœur et les risques de rejets radioactifs importants dans l'environnement**
- e. effectuer des évaluations propres au site concernant la probabilité d'apparition et les conséquences de dangers externes**
- f. identifier les vulnérabilités de la centrale et des systèmes pour lesquelles des améliorations à la conception ou des modifications aux procédures d'exploitation pourraient réduire la probabilité d'un accident grave ou en atténuer les conséquences**
- g. évaluer le caractère adéquat des procédures d'urgence**
- h. donner un aperçu du programme de gestion des accidents graves**

4. Exigences d'une étude probabiliste de sûreté

Le titulaire de permis doit réaliser les activités suivantes :

4.1 Niveaux de l'étude probabiliste de sûreté

Effectuer une EPS de **niveau 1** et de niveau 2 pour chaque centrale.

Les sources radioactives autres que le cœur d'un réacteur, comme la piscine de combustible usé (également appelée piscine de stockage du combustible irradié), doivent être prises en compte. S'il y a lieu, les impacts liés aux tranches multiples doivent être inclus.

4.2 Systèmes de gestion ou assurance de la qualité

Effectuer l'EPS en fonction du système de gestion ou du programme d'assurance de la qualité compris dans le fondement d'autorisation.

4.3 Représentation de la centrale dans les modèles de l'étude probabiliste de sûreté

Les modèles de l'EPS **doivent** représenter aussi fidèlement que possible la centrale telle qu'elle est construite et exploitée (**y compris les impacts pour les tranches multiples**), dans les limites de la technologie de l'EPS et conformément à l'impact du risque.

4.4 Mise à jour des modèles de l'étude probabiliste de sûreté

Mettre à jour les modèles de l'EPS tous les **cinq** ans ou plus tôt si des changements significatifs ont eu lieu dans la centrale.

4.5 Hypothèses et données réalistes

S'assurer que les hypothèses et les données utilisées dans les modèles de l'EPS sont réalistes et pratiques. **Des analyses déterministes de sûreté ou des évaluations techniques doivent être produites à l'appui.**

4.6 Niveau de détail conforme

Le niveau de détail de l'EPS **doit** être conforme aux programmes d'essais, **d'entretien** et de gestion de la configuration de l'installation, **ainsi qu'aux usages prévus de l'EPS.**

4.7 Méthodologie et codes informatiques

Demander l'approbation de la CCSN concernant la méthodologie et les codes informatiques à utiliser pour l'EPS **avant de s'en servir aux fins du présent document. La méthodologie doit être appropriée pour soutenir les objectifs de l'EPS (établis à la section 3 de ce document) et correspondre aux applications prévues pour l'EPS.**

4.8 Événements déclencheurs propres au site et dangers potentiels

Inclure tous les événements déclencheurs potentiels propres au site et les dangers potentiels, notamment :

- a. **les événements déclencheurs internes et les dangers internes**
- b. **les dangers externes, qu'ils soient naturels ou d'origine humaine, mais non malveillants**

Inclure également des combinaisons possibles de dangers externes.

Les critères de sélection des dangers doivent être acceptables pour la CCSN.

Le titulaire de permis peut, avec l'accord des « personnes autorisées » par la Commission, choisir une autre méthode d'analyse pour évaluer **les événements externes (dangers internes et externes).**

4.9 États d'exploitation de la centrale

Inclure dans l'EPS tous les états d'exploitation de la centrale (pleine puissance, faible puissance et arrêt).

4.10 Analyses de sensibilité et d'incertitude

Inclure dans l'EPS des analyses de sensibilité et d'incertitude, et des mesures d'importance.

5. Directive concernant l'information et la divulgation publiques

Conformément aux programmes d'information publique des titulaires de permis établis dans le cadre du document d'application de la réglementation RD/GD-99.3, L'information et la divulgation publiques, un résumé des résultats et des hypothèses découlant d'une étude probabiliste de sûreté (EPS) devrait être mis à la disposition des parties intéressées. Il faut souligner que tous les renseignements liés aux séquences d'anomalies et aux vulnérabilités propres à une installation en particulier comprennent des données confidentielles sur la sûreté et sont assujettis aux dispositions de sécurité de l'information applicables.

PROJET - NE PAS DISTRIBUER

Glossaire

analyse de sensibilité

Processus d'analyse de l'impact de la variation de la probabilité d'un événement ou de la modification d'une hypothèse de modélisation sur les résultats de l'étude probabiliste de sûreté.

analyse d'incertitude

Processus de détermination et de caractérisation des sources d'incertitude dans l'analyse, d'évaluation de leur impact sur les résultats de l'étude probabiliste de sûreté, et d'élaboration, dans la mesure du possible, de mesures quantitatives de cet impact.

arrêt

État de la centrale caractérisé par l'état d'arrêt garanti du réacteur. L'activation automatique des systèmes de sûreté peut être bloquée et les systèmes de soutien peuvent être en configuration anormale.

centrale nucléaire

Tout réacteur à fission qui a été construit dans le but de produire de l'électricité à une échelle commerciale et qui est une installation nucléaire de catégorie IA telle que définie dans le *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*.

dangers externes

Dangers qui proviennent de sources situées à l'extérieur du site de la centrale nucléaire. Les exemples de dangers externes sont les dangers sismiques, les incendies externes (p. ex. des incendies qui touchent le site et proviennent de feux de forêts avoisinants), les inondations externes, les vents violents et les missiles causés par les vents, les accidents de transport à l'extérieur du site, les rejets de substances toxiques d'installations de stockage situées à l'extérieur du site et les mauvaises conditions météorologiques.

dangers internes

Dangers qui proviennent de sources situées sur le site de la centrale nucléaire, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments de la centrale. Les exemples de dangers internes sont les incendies, les inondations, les missiles de la turbine, les accidents de transport sur le site et les rejets de substances toxiques des installations de stockage situées sur le site.

effet de falaise

Augmentation catastrophique de la gravité des conséquences découlant d'un petit changement de conditions.

Remarque : Un effet de falaise peut être causé par des changements dans les caractéristiques de l'environnement, de l'événement ou de la façon dont une centrale réagit.

étude probabiliste de sûreté (EPS)

Analyse complète et intégrée de la sûreté d'une centrale nucléaire ou d'un réacteur à fission nucléaire. L'étude tient compte de la probabilité, de la progression et des conséquences de la défaillance des équipements ou des conditions transitoires pour fournir des données numériques qui donnent une mesure cohérente de la sûreté de la centrale ou du réacteur :

- Une EPS de niveau 1 détermine et quantifie les séquences d'événements conduisant à une perte de l'intégrité structurelle du cœur et à des défaillances massives de combustible.
- Une EPS de niveau 2 part des résultats du niveau 1; elle analyse le comportement du confinement, évalue les radionucléides émis par le combustible défectueux et quantifie les rejets dans l'environnement.
- Une EPS de niveau 3 part des résultats du niveau 2; elle analyse la distribution des radionucléides dans l'environnement et évalue les effets sur la santé publique.

Remarque : Une EPS peut aussi être appelée évaluation probabiliste de la sûreté.

événement externe

Événements non liés à l'exploitation d'une installation ou à l'exécution d'une activité qui pourraient avoir une incidence sur la sûreté d'une installation ou d'une activité. Les événements externes englobent les dangers internes et externes.

événement interne

Tout événement résultant de la défaillance d'une structure, d'un système ou d'un composant ou d'une erreur humaine.

exploitation normale

État de la centrale caractérisé par les conditions suivantes :

- le réacteur est critique et fonctionne à pleine puissance
- l'activation automatique des systèmes de sûreté n'est pas bloquée
- les systèmes de soutien essentiels sont en configuration normale

fondement d'autorisation

Ensemble d'exigences et de documents visant une installation ou une activité réglementée, qui comprend :

- **les exigences réglementaires stipulées dans les lois et règlements applicables**
- **les conditions et les mesures de sûreté et de réglementation décrites dans le permis relatif à l'installation ou à l'activité et les documents cités en référence directement dans ce permis**
- **les mesures de sûreté et de réglementation décrites dans la demande de permis et les documents soumis à l'appui de cette demande**

gestion de la configuration

Processus permettant de déterminer et de documenter les caractéristiques des structures, systèmes et composants de l'installation (y compris les systèmes informatiques et les logiciels), et de s'assurer que les changements apportés à ces caractéristiques sont élaborés, évalués, approuvés, publiés, mis en oeuvre, vérifiés, saisis et ajoutés dans les documents de l'installation de façon appropriée.

mesures d'importance

Indicateurs de l'importance d'un événement ou d'un groupe d'événements. Voici les trois mesures d'importance :

- La mesure d'importance Fussel-Vesely : Contribution fractionnelle d'un événement de base aux résultats de l'EPS. Elle inclut toutes les séquences d'accident dans lequel cet événement de base intervient.
- Rapport d'augmentation du risque (RAR) ou Risk Achievement Worth (RAW) : Le RAR indique le facteur d'augmentation des résultats de l'EPS si l'on suppose que l'événement de base se produit (probabilité de défaillance = 1,0).
- Rapport de réduction du risque (RRR) ou Risk Reduction Worth (RRW) : Le RRR indique le facteur de réduction des résultats de l'EPS si l'on suppose qu'il est improbable que l'événement de base de produise (probabilité de défaillance = 0,0).

PROJET - NE PAS DISTRIBUER

Références

- **AIEA, norme de sûreté SSG-3, *Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants*, 2010**
- **AIEA, norme de sûreté SSG-4, *Development and Application of Level 2 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants*, 2010**
- Groupe CSA, N286-95 (R2011), *Exigences relatives aux systèmes de gestion des centrales nucléaires*, 2012.
- Groupe CSA, N286-12, *Exigences relatives aux systèmes de gestion des centrales nucléaires*, 2012.

PROJET - NE PAS DISTRIBUER

Séries de documents d'application de la réglementation de la CCSN

Les installations et activités du secteur nucléaire du Canada sont réglementées par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). En plus de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et de ses règlements d'application, il pourrait y avoir des exigences en matière de conformité à d'autres outils de réglementation, comme les documents d'application de la réglementation ou les normes.

Les changements apportés au catalogue des documents d'application de la réglementation sont entrés en vigueur en avril 2013. Les documents actuels et prévus ont été classés en trois grandes catégories et vingt-cinq séries, selon la structure ci-dessous. Les documents d'application de la réglementation préparés par la CCSN font partie de l'une des séries suivantes :

1.0 Installations et activités réglementées

- | | | |
|--------|-----|--|
| Séries | 1.1 | Installations dotées de réacteurs |
| | 1.2 | Installations de catégorie IB |
| | 1.3 | Mines et usines de concentration d'uranium |
| | 1.4 | Installations de catégorie II |
| | 1.5 | Homologation d'équipement réglementé |
| | 1.6 | Substances nucléaires et appareils à rayonnement |

2.0 Domaines de sûreté et de réglementation

- | | | |
|--------|------|---|
| Séries | 2.1 | Système de gestion |
| | 2.2 | Gestion du rendement humain |
| | 2.3 | Conduite de l'exploitation |
| | 2.4 | Analyse de la sûreté |
| | 2.5 | Conception matérielle |
| | 2.6 | Aptitude fonctionnelle |
| | 2.7 | Radioprotection |
| | 2.8 | Santé et sécurité classiques |
| | 2.9 | Protection de l'environnement |
| | 2.10 | Gestion des urgences et protection-incendie |
| | 2.11 | Gestion des déchets |
| | 2.12 | Sécurité |
| | 2.13 | Garanties et non-prolifération |
| | 2.14 | Emballage et transport |

3.0 Autres domaines de réglementation

- | | | |
|--------|-----|---|
| Séries | 3.1 | Exigences relatives à la production de rapports |
| | 3.2 | Mobilisation du public et des Autochtones |
| | 3.3 | Garanties financières |
| | 3.4 | Délibérations de la Commission |
| | 3.5 | Diffusion de l'information |

Remarque : Les séries de documents d'application de la réglementation pourraient être modifiées périodiquement par la CCSN. Chaque série susmentionnée pourrait comprendre de nombreux documents d'application de la réglementation. Pour obtenir la plus récente liste de documents d'application de la réglementation, veuillez consulter le site Web de la CCSN à <http://www.suretenucleaire.gc.ca/documents-de-reglementation>.