



Texte de réglementation

Les normes des systèmes de refroidissement d'urgence du cœur des centrales nucléaires CANDU

Déclaration de principe en matière de réglementation

Date d'entrée en vigueur : le 21 février 1991

TABLE DES MATIÈRES

1. DÉFINITIONS	1
2. EXIGENCES FONDAMENTALES	1
3. EXIGENCES NOMINALES	2
3.1 Normes de rendement minimal admissible	2
3.2 Normes de refroidissement	2
3.3 Normes des conditions ambiantes	2
3.4 Normes de disponibilité	3
3.5 Normes de séparation et d'indépendance	3
3.6 Normes de contrôle des fuites	4
3.7 Manœuvres accidentelles	4
3.8 Normes de blindage	4
3.9 Normes de vérification du matériel	4
3.10 Codes et normes	4
3.11 Normes en cas de séismes	4
4. NORMES D'EXPLOITATION	5
4.1 Normes d'exploitation normale	5
4.2 Normes en cas d'accident	5
5. NORMES D'ÉPREUVES	5
5.1 Épreuves de mise en service	5
5.2 Épreuves de disponibilité	6
RÉFÉRENCE	6
TABLEAUX	7

Le présent document fait partie d'un ensemble de textes de réglementation
liés aux exigences de sûreté des centrales nucléaires CANDU :

R-7, Les Normes des systèmes de confinement des centrales nucléaires CANDU

R-8, Les Normes des systèmes d'arrêt d'urgence des centrales nucléaires CANDU

R-9, Les Normes des systèmes de refroidissement d'urgence des centrales nucléaires CANDU.

Ces documents s'appliquent aux réacteurs dont le permis de construire a été délivré après le 1^{er} janvier 1981.

LES NORMES DES SYSTÈMES DE REFROIDISSEMENT D'URGENCE DU CŒUR DES CENTRALES NUCLÉAIRES CANDU

1. DÉFINITIONS*

Les définitions qui suivent s'appliquent au présent document.

«circuit caloporteur primaire» Ensemble de composants qui permet le transfert de la chaleur du combustible dans le réacteur jusqu'aux générateurs de vapeur ou jusqu'à d'autres échangeurs de chaleur utilisant un système de refroidissement secondaire. Dans le présent document, il n'inclut pas nécessairement les sous-systèmes auxiliaires de purification et de régulation de la pression (*primary heat transport system*)

«normes de rendement minimal admissible» Ensemble des limites d'exploitation ou différentes conditions établies pour les composants ou sous-systèmes, qui prévoient les états minimaux acceptables des composants ou sous-systèmes dans les analyses de sûreté; (*minimum allowable performance standards*)

«système spécial de sûreté» L'un des systèmes suivants : système d'arrêt, système de confinement, système de refroidissement d'urgence du cœur. (*special safety system*)

2. EXIGENCES FONDAMENTALES

2.1 Tous les réacteurs nucléaires CANDU doivent être dotés d'un système auxiliaire pour refroidir le combustible du réacteur si la réserve de réfrigérant est épuisée au point où le refroidissement du combustible n'est plus assuré. Dans le présent document, ce système est appelé «système de refroidissement d'urgence du cœur»** (SRUC).

2.2 a) Sous réserve des alinéas b) et c), tout matériel nécessaire au bon fonctionnement du système de refroidissement d'urgence du cœur doit être considéré comme partie intégrante du système et doit répondre à toutes les exigences énumérées dans le présent document.

b) Le matériel nécessaire pour fournir l'air comprimé, l'énergie électrique ou l'eau de refroidissement pour le fonctionnement du système de refroidissement d'urgence du cœur doit être considéré comme matériel de sûreté auxiliaire. Celui-ci doit satisfaire toutes les exigences pertinentes prévues dans le présent document, à l'exception des articles 3.5 et 3.10.

c) Le matériel qui fait partie des systèmes fonctionnels ordinaires de la centrale et qui n'est pas conçu spécifiquement pour atténuer les conséquences de tout accident, mais qui contribuerait au refroidissement du combustible après un accident, doit être considéré comme matériel fonctionnel servant à refroidir le combustible. Il doit satisfaire toutes les exigences pertinentes du présent document, sauf les paragraphes 3.4.1 à 3.4.9, ainsi que les articles 3.5, 3.6 et 3.10.

2.3 La conception du système de refroidissement d'urgence du cœur doit être fondée sur l'hypothèse que le système d'arrêt d'urgence le moins efficace a fonctionné correctement.

2.4 Le système de refroidissement d'urgence du cœur doit être considéré comme un système spécial de sûreté.

2.5 Des procédures pour assurer le respect des normes du présent document doivent être établies et soumises à l'approbation de la Commission de contrôle de l'énergie atomique (CCEA), avant que celle-ci puisse délivrer le permis de construire (cf. partie 3) ou le permis d'exploitation (cf. parties 4 et 5).

* La présente liste ne contient pas tous les termes utilisés dans le présent document et vise plutôt à aider le lecteur à comprendre le sens de certains mots ou expressions. L'Association canadienne de normalisation (ACNOR) a publié une liste détaillée des définitions des termes relatifs aux centrales nucléaires CANDU, intitulée *Manual of Definitions for CSA Nuclear Standards Use by CSA Technical Committees* (CSA-N9409A-1989) [version anglaise seulement].

** Les réacteurs CANDU actuels comprennent différents systèmes d'injection d'eau d'urgence, d'approvisionnement, de récupération, de circulation du caloporteur et d'évacuation de la chaleur. Dans le présent document de réglementation, «système de refroidissement d'urgence du cœur» comprend l'ensemble des sous-systèmes et composants qui accomplissent ces fonctions.

3. EXIGENCES NOMINALES

3.1 Normes de rendement minimal admissible

Des normes de rendement minimal admissible du système de refroidissement d'urgence du cœur doivent être établies et être citées ou faire l'objet d'un renvoi dans le rapport de sûreté et la ligne de conduite d'exploitation de la centrale. Les normes de rendement minimal admissible de tout matériel principal et sous-système nécessaires au bon fonctionnement du système de refroidissement d'urgence du cœur doivent aussi être précisées.

3.2 Normes de refroidissement

Dans le cas de tout événement indiqué aux tableaux 1 et 2, le système de refroidissement d'urgence du cœur doit être capable de maintenir ou de rétablir le refroidissement approprié du combustible et des canaux de combustible, afin de limiter le rejet de matières radioactives du combustible dans le réacteur et de maintenir l'intégrité des canaux de combustible. Si ces événements se produisent, le système de refroidissement d'urgence du cœur doit satisfaire toutes les normes suivantes :

- a) tout rejet de matières radioactives du combustible dans le réacteur doit être limité de sorte que les limites de doses de référence ne soient pas dépassées*;
- b) dans le cas des événements indiqués au tableau 1, aucune rupture des gaines de combustible ne doit se produire dans le réacteur par manque de refroidissement approprié**;
- c) la disposition géométrique du combustible dans le réacteur et de tous les canaux de combustible doit assurer que le système de refroidissement d'urgence du cœur puisse évacuer continuellement la chaleur résiduelle du combustible**;
- d) après avoir bien refroidi le combustible, le système de refroidissement d'urgence du cœur doit pouvoir continuer à fournir suffisamment d'eau de refroidissement aussi longtemps qu'il faut pour empêcher toute détérioration supplémentaire du combustible**.

3.3 Normes des conditions ambiantes

3.3.1 Toutes les parties du système de refroidissement d'urgence du cœur qui devraient fonctionner ou continuer à fonctionner après tout événement indiqué aux tableaux 1 et 2 doivent satisfaire toutes les normes requises, même si elles sont soumises aux conditions environnementales les plus rigoureuses en cours de marche ou auparavant. Ces conditions peuvent comprendre notamment les effets des débris, de la vapeur, de l'eau, des températures élevées et des rayonnements.

Tout matériel du système de refroidissement d'urgence du cœur qui doit fonctionner ou continuer à fonctionner après que toute condition susmentionnée s'est déclarée, doit être autorisé. L'autorisation de ces composants doit inclure une série d'épreuves visant à démontrer autant que possible que ces composants peuvent fonctionner dans des conditions semblables à celles qui existeraient pendant ou après tout événement indiqué aux tableaux 1 et 2. Si de telles épreuves sont impraticables, il faut effectuer des analyses pour démontrer que cette exigence est satisfaite.

3.3.2 Le système de refroidissement d'urgence du cœur doit être conçu pour que, dans le cas de tout événement indiqué aux tableaux 1 et 2, les effets dynamiques ou les forces de jet causés par l'événement ne détériorent pas le système de refroidissement d'urgence du cœur au point qu'il ne remplisse plus les exigences pertinentes prévues à l'article 3.2.

* Le présent document de réglementation ne prévoit pas de normes détaillées pour les analyses de sûreté et les doses limites de référence. Les doses limites de référence indiquées à l'alinéa a) correspondent à celles qui figurent en référence ou dans tout document ultérieur de la CCEA, ou à celles sur lesquelles le titulaire de permis et la CCEA se sont entendus par écrit.

** Les normes de refroidissement indiquées aux alinéas b) à d) ne s'appliquent qu'au combustible qui se trouve à l'intérieur du réacteur. Si la rupture initiale se produit dans un seul canal de combustible ou ses prolongements, les exigences ne s'appliquent pas au canal ni au combustible qu'il contient.

3.4 Normes de disponibilité

3.4.1 Le système de refroidissement d'urgence du cœur doit être conçu pour que sa période d'indisponibilité ne dépasse pas 10^3 années par année. Le système est considéré disponible seulement si l'on peut démontrer qu'il satisfait toutes les normes de rendement minimal admissible prévues à l'article 3.1.

La disponibilité des systèmes de sûreté auxiliaires qui sont nécessaires au bon fonctionnement du système de refroidissement d'urgence du cœur doit être proportionnée aux normes de disponibilité de ce dernier.

Les calculs de disponibilité établissant que cette exigence peut être satisfaite doivent être inclus dans le rapport de sûreté ou cités en référence. Ces calculs doivent s'appuyer sur l'expérience directe ou sur des extrapolations justifiables faites à partir de celles-ci.

3.4.2 La conception du système de refroidissement d'urgence du cœur et de son matériel fonctionnel auxiliaire doit tenir compte des normes de fiabilité à long terme des composants qui devront continuer à fonctionner après un accident. Les normes de fiabilité à long terme de ces composants doivent être établies et soumises à l'approbation de la CCEA, avant que celle-ci puisse délivrer le permis de construire.

3.4.3 La conception du système de refroidissement d'urgence du cœur doit tenir compte suffisamment du principe de redondance des composants pour ne pas que la défaillance de tout composant détériore le système de refroidissement d'urgence du cœur au point qu'il ne puisse plus satisfaire les normes de rendement minimal admissible en cas d'accident.

La présente exigence ne s'applique pas aux composants qui ne changent pas d'état et qui ne dépendent pas de l'équipement des systèmes fonctionnels pour accomplir leur fonction, pourvu que les composants soient conçus, fabriqués, inspectés et entretenus selon des normes acceptées par la CCEA.

3.4.4 Le fonctionnement du système de refroidissement d'urgence du cœur après un accident ne doit pas être alimenté par le réseau électrique ou les turbo-alternateurs connexes du réacteur partageant le même système de confinement que le réacteur défectueux, à moins qu'il ne soit démontré à la satisfaction de la CCEA que la disponibilité des sources d'alimentation électrique n'est pas compromise après un accident qui nécessiterait le déclenchement du système de refroidissement d'urgence du cœur.

3.4.5 Dans la mesure du possible, tout le matériel du système de refroidissement d'urgence du cœur doit assurer que ses modes de défaillance les plus probables ne compromettent pas la disponibilité du système.

3.4.6 Dans la mesure du possible, la conception du système de refroidissement d'urgence du cœur doit assurer que toutes les épreuves de maintenance et de disponibilité qui pourraient être effectuées quand le système pourrait être appelé à fonctionner ne compromettent pas l'efficacité du système en deçà des normes de rendement minimal admissible.

3.4.7 Dans la mesure du possible, la conception du système de refroidissement d'urgence du cœur doit permettre que tout composant puisse être neutralisé en cas de défaillance ou doit assurer que la défaillance puisse être neutralisée autrement.

3.4.8 La conception du système de refroidissement d'urgence du cœur doit assurer que tout déclenchement du système par une logique de commande automatique après un accident puisse également se faire manuellement à partir de la salle de commande appropriée.

3.4.9 La conception du système de refroidissement d'urgence du cœur doit assurer que, en cas d'accident, tout opérateur ne puisse empêcher l'injection de caloporteur d'urgence, au besoin.

3.4.10 Les normes de fiabilité de tout matériel fonctionnel qui refroidit le combustible, selon la définition de l'alinéa 2.2c), doivent être établies et soumises à l'approbation de la CCEA, avant que celle-ci puisse délivrer le permis de construire.

3.5 Normes de séparation et d'indépendance

3.5.1 Dans la mesure du possible, le système de refroidissement d'urgence du cœur doit être matériellement et fonctionnellement indépendant des autres systèmes spéciaux de sûreté. Aucun matériel du système de refroidissement d'urgence du cœur ne doit faire partie d'aucun autre système spécial de sûreté.

3.5.2 Dans la mesure du possible, le système de refroidissement d'urgence du cœur doit être indépendant de tous les systèmes fonctionnels.

3.5.3 Les critères de la séparation et de l'alimentation des canaux d'instrumentation redondants connexes du système de refroidissement d'urgence du cœur doivent être établis et soumis à l'approbation de la CCEA, avant que celle-ci puisse délivrer le permis de construire.

3.5.4 Si les sous-systèmes du système de refroidissement d'urgence du cœur doivent être considérés comme indépendants aux fins des analyses de sûreté, leurs critères de séparation et d'indépendance doivent être établis et soumis à l'approbation de la CCEA, avant que celle-ci puisse délivrer le permis de construire.

3.6 Normes de contrôle des fuites

Les composants du système de refroidissement d'urgence du cœur situés à l'extérieur de l'enceinte de confinement du réacteur, qui peuvent contenir des matières radioactives par suite d'une perte de caloporteur, doivent être disposés de façon à pouvoir confiner toute perte de liquide, de vapeur ou de gaz au voisinage immédiat des composants ou à pouvoir la diriger en toute sûreté vers des collecteurs de fuites. Cette exigence ne s'applique pas aux canalisations et aux éléments complètement soudés.

3.7 Manœuvres accidentelles

Le système de refroidissement d'urgence du cœur doit, dans la mesure du possible, être conçu pour éviter que toute manœuvre accidentelle mettant en cause la totalité ou une partie du système ne compromette la sûreté de la centrale.

3.8 Normes de blindage

Le blindage de tout matériel du système de refroidissement d'urgence du cœur pouvant contenir des matières radioactives après un accident doit assurer que les employés peuvent avoir accès au matériel de la centrale, au besoin.

3.9 Normes de vérification du matériel

3.9.1 La conception du système de refroidissement d'urgence du cœur doit assurer qu'il est possible de vérifier ou de déduire l'état de tout matériel important nécessaire au fonctionnement du système de refroidissement d'urgence du cœur, à partir de la salle de commande.

3.9.2 Toute défaillance des composants du système de refroidissement d'urgence du cœur qui pourrait nuire au bon fonctionnement de ce dernier doit, dans la mesure du possible, être signalisée dans la salle de commande.

3.10 Codes et normes

3.10.1 La demande de permis de construire doit indiquer toutes les spécifications qui ne sont pas conformes aux exigences applicables de la norme CAN3-N285.0-M81 de l'ACNOR, intitulée *Prescriptions générales pour les systèmes et composants pressurisés des centrales nucléaires CANDU*. Toute dérogation à cette norme doit être approuvée par la CCEA.

3.10.2 Les normes de rendement minimal admissible des composants de l'enceinte de pression du système de refroidissement d'urgence du cœur doivent être conformes à la norme CAN3-N285.0 Classe 3 de l'ACNOR.

3.10.3 La norme CAN3-N285.0 Classe 2 de l'ACNOR doit être appliquée au moins aux composants du système de refroidissement d'urgence du cœur qui peuvent se trouver à l'extérieur de l'enceinte de confinement et qui pourraient contenir des quantités appréciables de matières radioactives après un accident.

3.10.4 Une liste de tous les codes et normes supplémentaires applicables au système de refroidissement d'urgence du cœur, ainsi que de l'étendue de leurs applications, doit être dressée et soumise à l'approbation de la CCEA, avant que celle-ci puisse délivrer le permis de construire.

3.11 Normes en cas de séismes

La conception de tout matériel de refroidissement continu, une fois que le refroidissement continu a été rétabli, doit être compatible avec les hypothèses posées dans les analyses des conséquences du «séisme de référence du site» de la centrale.

4. NORMES D'EXPLOITATION

4.1 Normes d'exploitation normale

4.1.1 Il ne faut pas que le système de refroidissement d'urgence du cœur soit mis en indisponibilité délibérément à quelque moment que ce soit quand son fonctionnement pourrait être nécessaire, à moins de se soumettre à des directives établies et approuvées par la CCEA. Le système de refroidissement d'urgence du cœur ne doit être considéré comme disponible que s'il est conforme à toutes les normes de rendement minimal admissible indiquées à l'article 3.1.

4.1.2 Les mesures de rectification en cas de défaillance du système de refroidissement d'urgence du cœur pendant une période où il devrait être disponible doivent être établies et soumises à l'approbation de la CCEA, avant que celle-ci puisse délivrer le permis d'exploitation.

4.1.3* Si l'on se rend compte que tout composant du système de refroidissement d'urgence du cœur est en panne ou qu'il est endommagé au point de ne plus répondre aux normes de rendement minimal admissible, on doit autant que possible neutraliser aussitôt le composant et son matériel connexe, sauf dans les cas approuvés en vertu du paragraphe 4.1.2.

4.1.4* Dans la mesure du possible, la maintenance de tout composant du système de refroidissement d'urgence du cœur ne doit être effectuée que lorsque le composant et le matériel connexe ont été neutralisés pour ne pas compromettre la disponibilité du système de refroidissement d'urgence du cœur.

4.1.5* Chaque composant redondant sur lequel il faut effectuer des travaux de maintenance doit être éprouvé à fond après la maintenance et avant de passer à la maintenance du composant suivant.

4.1.6 Après que la maintenance de tout composant est terminée, elle doit être éprouvée dans toute l'étendue possible pour démontrer que le composant et son matériel connexe fonctionnent conformément aux exigences nominales.

4.1.7 Les normes de maintenance doivent assurer la fiabilité et l'efficacité de tout matériel, selon la définition du rapport de sûreté et des autres documents soumis à l'appui de la demande de permis d'exploitation.

4.2 Normes en cas d'accident

Si l'intervention d'un opérateur est nécessaire pour déclencher tout matériel du système de refroidissement d'urgence du cœur, il faut satisfaire à toutes les exigences suivantes :

- a) les instruments doivent être conçus pour donner à l'opérateur une indication claire et non équivoque de la nécessité de son intervention.
- b) la fiabilité des instruments doit être conforme aux normes de disponibilité du système de confinement prévues à l'article 3.4. Si l'indication d'un seul paramètre est nécessaire, l'instrument doit faire partie du système de refroidissement d'urgence du cœur,
- c) l'opérateur doit disposer de 15 minutes après une indication précise et non équivoque avant d'avoir à intervenir.
- d) la marche à suivre pour déterminer les interventions nécessaires doit être claire, bien expliquée et facilement accessible.

5. NORMES D'ÉPREUVES

5.1 Essais de mise en service

5.1.1 Épreuves de rendement

Avant de procéder à la première divergence du réacteur, des épreuves doivent être effectuées pour vérifier que toutes les exigences nominales ont été respectées. Aucune exception à cette exigence ne sera permise à moins qu'il ne soit établi, à la satisfaction de la CCEA, qu'il est impossible de démontrer certaines caractéristiques de fonctionnement lorsqu'il n'y a pas d'accident, ou que ces épreuves compromettraient la sûreté de la centrale.

* Les exigences 4.1.3 à 4.1.5 ne s'appliquent pas lorsque le système de refroidissement d'urgence du cœur a été émis en indisponibilité en vertu de directives approuvées conformément au paragraphe 4.1.1.

5.1.2 Épreuves de câblage

Avant de procéder à la première divergence du réacteur, tout le câblage électrique connexe du système de refroidissement d'urgence du cœur doit être éprouvé afin de démontrer que les raccords sont conformes aux spécifications.

5.2 Épreuves de disponibilité

5.2.1 Tout le matériel du système de refroidissement d'urgence du cœur doit faire l'objet de vérifications ou d'épreuves à une fréquence suffisante pour démontrer que les normes de disponibilité prévues au paragraphe 3.4.1 sont respectées.

5.2.2 Un rapport sur la disponibilité du système de refroidissement d'urgence du cœur doit être inclus dans chaque rapport annuel d'exploitation de la centrale. Le rapport doit comprendre :

- a) un compte rendu sur la fraction de l'année où il n'a pas été démontré que le système était disponible conformément au paragraphe 3.4.1. Seules doivent être exclues les périodes durant lesquelles le système de refroidissement d'urgence du cœur avait été mis en indisponibilité délibérément, conformément aux conditions prévues à l'article 4.1;
- b) une comparaison des modes et des fréquences de défaillances qui ont été observés en cours d'exploitation de la centrale, ainsi que les modes et les fréquences de défaillances qui ont été utilisés dans les calculs de disponibilité établis conformément au paragraphe 3.4.1;
- c) des calculs de disponibilité suffisants pour démontrer que la norme de disponibilité prévue au paragraphe 3.4.1 peut continuer à être satisfaite d'après les modes et les fréquences de défaillance qui ont été observés.

RÉFÉRENCE

D.G. Hurst and F.C. Boyd, "Reactor Licensing and Safety Requirements", AECB-1059, June 1972.

TABLEAUX *

TABLEAU 1

1. Défaillance de canalisation ou de collecteur du système caloporteur primaire.
2. Défaillance de bouchon d'extrémité.
3. Défaillance de tube de force et du tube de guidage correspondant.
4. Blocage du débit de canal de combustible.
5. Incapacité de la machine de chargement de combustible de remplacer une plaque d'obturation.
6. Ouverture subite des soupapes de décharge ou des vannes de régulation du circuit caloporteur primaire.
7. Défaillance des tubes du générateur de vapeur.
8. Défaillance du système d'eau de traitement et de vapeur.
9. Tout incident mentionné aux articles 1 à 8 qui se produit en même temps que la panne du système de confinement.

TABLEAU 2

1. Défaillance de canalisation ou de collecteur du circuit caloporteur primaire.
2. Défaillance de canalisation ou de collecteur du circuit caloporteur primaire, doublée de la défaillance du système de confinement.

* Dans les tableaux, «défaillance» s'entend à la fois des pannes totales et partielles..