



Gestion du vieillissement des centrales nucléaires

RD-334

Juin 2011



Gestion du vieillissement des centrales nucléaires

Document d'application de la réglementation RD-334

© Ministre de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2011
Numéro de catalogue CC172-72/2011F-PDF
ISBN 978-1-100-97454-5

Publié par la Commission canadienne de sûreté nucléaire

La reproduction d'un extrait quelconque du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition d'en indiquer la source en entier. Toutefois, la reproduction de ce document 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 published in English as: Aging Management for Nuclear Power Plants

Disponibilité du document

On peut consulter le document sur le site Web de la Commission canadienne de sûreté nucléaire à suretenucleaire.gc.ca.

Pour obtenir un exemplaire papier du document, en français ou en anglais, veuillez communiquer avec :

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 (au Canada seulement)
Télécopieur : 613-995-5086
Courriel : info@cnsccsn.gc.ca
Site Web : suretenucleaire.gc.ca/

Historique de publication

Juin 2011 Version 1.0

Préface

Le document d'application de la réglementation RD-334, *Gestion du vieillissement des centrales nucléaires*, énonce les exigences de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) en ce qui concerne la gestion du vieillissement des structures, systèmes et composants d'une centrale nucléaire.

La gestion du vieillissement des centrales nucléaires exige la disponibilité des fonctions de sûreté requises tout au long de la durée de vie des centrales, et la prise en considération des changements qui surviennent avec le temps et l'utilisation. Elle doit tenir compte du vieillissement physique des structures, systèmes et composants, qui entraîne la dégradation de leurs caractéristiques de fonctionnement, et de l'obsolescence de ces mêmes éléments. Elle s'applique aux structures, systèmes et composants susceptibles de nuire, directement ou indirectement, à la sûreté d'exploitation d'une centrale.

La gestion du vieillissement englobe les mesures prises relatives à l'ingénierie, aux opérations, à l'inspection et à l'entretien visant à contrôler, à l'intérieur de limites acceptables, les effets du vieillissement physique et de l'obsolescence des structures, systèmes et composants qui surviennent au fil du temps ou à l'usage. Un programme de gestion du vieillissement (PGV) consiste en un ensemble de politiques, de processus, de procédures, de dispositions et d'activités visant à gérer le vieillissement des structures, systèmes et composants d'une centrale. Pour effectuer une gestion efficace du vieillissement, il faut s'assurer de la fiabilité et de la disponibilité des fonctions de sûreté requises tout au long de la durée de vie d'une centrale, en conformité avec le fondement d'autorisation.

Le présent document d'application de la réglementation a pour but d'aider les titulaires de permis et les demandeurs à établir, mettre en œuvre et améliorer les PGV des centrales nucléaires. Les exigences visent à donner l'assurance que la gestion du vieillissement est prise en compte comme il se doit dans les différentes phases du cycle de vie d'une centrale : conception, fabrication et construction, mise en service, exploitation (y compris l'exploitation à long terme et les arrêts prolongés) et déclassé.

Les exigences concernent l'établissement, la mise en œuvre et l'amélioration d'un PGV par l'application d'une démarche systématique et intégrée, notamment des dispositions organisationnelles, la gestion des données, la sélection des structures, systèmes et composants, l'évaluation du vieillissement et des processus d'évaluation de l'état, la documentation propre au PGV, les interfaces avec d'autres domaines de programmes d'appui ainsi que les examens et l'amélioration du PGV.

Les exigences énoncées dans le présent document sont conformes aux directives internationales, par exemple : *Ageing Management for Nuclear Power Plants*, Guide de sûreté NS-G-2.12, et *Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants*, Collection rapports de sûreté n° 57, de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), et le *Glossaire du vieillissement des centrales nucléaires* de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE).

Le cas échéant, le présent document peut s'appliquer à des installations nucléaires autres qu'une centrale nucléaire, en tenant compte des différences que présentent le risque potentiel et la complexité des systèmes par rapport à ceux d'une centrale nucléaire.

Le présent document n'a pour but de remplacer les exigences des autres codes et normes. Il vise plutôt à fournir le cadre à l'intérieur duquel les codes et les normes sont appliqués, afin de donner l'assurance que le vieillissement physique et l'obsolescence des structures, systèmes et composants sont gérés efficacement.

Le présent document traite des questions et des caractéristiques qui contrôlent et améliorent la sûreté nucléaire. Pour d'autres considérations relatives à la santé, à la sûreté et à l'environnement, il pourrait être nécessaire de respecter des normes additionnelles. Il incombe au titulaire de permis ou au demandeur d'identifier et de respecter toute autre disposition législative ou norme applicable.

Table des matières

1.	Introduction.....	1
1.1	Objet	1
1.2	Portée	1
1.3	Dispositions législatives applicables.....	1
1.4	Normes internationales	2
2.	Exigences générales visant la gestion du vieillissement	3
3.	Exigences pour une gestion proactive	4
3.1	Conception	4
3.1.1	Contenu relatif à la gestion du vieillissement dans les rapports d’analyse de la sûreté 5	
3.2	Fabrication, construction et installation	6
3.3	Mise en service	6
3.4	Exploitation.....	7
3.4.1	Examen et mise à jour de l’analyse de la sûreté	7
3.4.2	Exploitation à long terme.....	7
3.4.3	Arrêts prolongés.....	8
3.5	Déclassement	8
4.	Programmes de gestion du vieillissement intégrés.....	8
4.1	Dispositions organisationnelles pour la gestion efficace du vieillissement.....	9
4.2	Système de collecte de données et de tenue de dossiers pour appuyer la gestion du vieillissement	9
4.3	Examen préalable et sélection des structures, systèmes et composants.....	10
4.4	Évaluations de la gestion du vieillissement	10
4.4.1	Comprendre le vieillissement	11
4.4.2	Mesures préventives pour minimiser et contrôler la dégradation par le vieillissement	11
4.4.3	Méthodes de détection, de surveillance et de dégagement des tendances relativement aux effets du vieillissement.....	11
4.4.4	Méthodes d’atténuation des effets du vieillissement et mesures correctrices.....	12
4.5	Évaluations de l’état.....	12

4.6	Programmes de gestion du vieillissement propres à des structures, systèmes et composants particuliers.....	13
4.7	Gestion de l'obsolescence technologique	13
4.8	Interfaces avec d'autres programmes d'appui	13
4.9	Mise en œuvre des programmes de gestion du vieillissement	13
4.10	Examen et amélioration	14
Glossaire.....		15
Références.....		19
Annexe A : Caractéristiques d'un programme efficace de gestion du vieillissement.....		21

Gestion du vieillissement des centrales nucléaires

1. Introduction

1.1 Objet

Le présent document d'application de la réglementation énonce les exigences de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) en ce qui concerne la gestion du vieillissement des structures, systèmes et composants d'une centrale nucléaire.

La gestion du vieillissement des centrales nucléaires exige la disponibilité des fonctions de sûreté requises tout au long de la durée de vie d'une centrale, et la prise en considération des changements qui surviennent avec le temps et l'utilisation. Elle doit tenir compte du vieillissement physique des structures, systèmes et composants, qui entraîne la dégradation de leurs caractéristiques de fonctionnement, et de l'obsolescence de ces éléments. Elle s'applique aux structures, systèmes et composants susceptibles de nuire, directement ou indirectement, à la sûreté d'exploitation des centrales.

Le présent document a pour but d'aider les titulaires de permis et les demandeurs à établir, mettre en œuvre et améliorer les programmes de gestion du vieillissement (PGV) des centrales nucléaires.

1.2 Portée

Le présent document présente les exigences de la CCSN visant à donner l'assurance que la gestion du vieillissement est prise en compte d'une manière appropriée et proactive dans les différentes phases du cycle de vie d'une centrale nucléaire. Ces phases peuvent s'appliquer à des structures, systèmes et composants précis ainsi qu'à l'ensemble de la centrale. Des exigences particulières sont aussi fournies pour l'établissement, la mise en œuvre et l'amélioration des PGV par l'application d'une démarche systématique et intégrée.

Le présent document n'a pour but de remplacer les exigences des autres codes et normes. Il vise plutôt à fournir le cadre à l'intérieur duquel les codes et les normes sont appliqués, afin de donner l'assurance que le vieillissement physique et l'obsolescence des structures, systèmes et composants sont gérés efficacement.

Le cas échéant, le présent document peut s'appliquer à des installations nucléaires autres qu'une centrale nucléaire, en tenant compte des différences que présentent le risque potentiel et la complexité des systèmes par rapport à ceux d'une centrale nucléaire.

1.3 Dispositions législatives applicables

Les dispositions de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) et de ses règlements qui s'appliquent au présent document sont les suivantes :

- le paragraphe 24(4) de la LSRN indique ce qui suit : « 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 ces 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 »
- l'alinéa 3(1)k) du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires* indique ce qui suit : « La demande de permis comprend les renseignements suivants : [...] k) la structure de gestion du demandeur dans la mesure où elle peut influencer sur l'observation de la Loi et de ses règlements, y compris la répartition interne des fonctions, des responsabilités et des pouvoirs »
 - le paragraphe 12(1) du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires* indique ce qui suit : « Le titulaire de permis : [...] c) prend toutes les précautions raisonnables pour protéger l'environnement, préserver la santé et la sécurité des personnes et maintenir la sécurité des installations nucléaires et des substances nucléaires; » et « f) prend toutes les précautions raisonnables pour contrôler le rejet de substances nucléaires radioactives ou de substances dangereuses que l'activité autorisée peut entraîner là où elle est exercée et dans l'environnement »
 - les alinéas 6d), m), et n) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* indiquent ce qui suit : « La demande de permis pour exploiter une installation nucléaire de catégorie I comprend les renseignements suivants », en plus d'autres renseignements,
« d) les mesures, politiques, méthodes et procédures proposées pour l'exploitation et l'entretien de l'installation nucléaire »
« m) les responsabilités, le programme de formation, les exigences de qualification et les mesures de requalification des travailleurs »
« n) les résultats obtenus grâce à l'application du programme de recrutement, de formation et de qualification des travailleurs liés à l'exploitation et à l'entretien de l'installation nucléaire »
 - le paragraphe 14(2) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* indique ce qui suit : « Le titulaire de permis qui exploite une installation nucléaire de catégorie I tient un document sur : a) les procédures d'exploitation et d'entretien » et « c) les résultats des programmes d'inspection et d'entretien prévus dans les permis »
 - le paragraphe 14(4) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* indique ce qui suit : « La personne qui est tenue de tenir un document visé [par le paragraphe 14(2) du présent règlement sur les « procédures d'exploitation et d'entretien » et les « résultats des programmes d'inspection et d'entretien prévus dans le permis »], le conserve pendant les dix ans suivant l'expiration du permis d'abandon délivré pour l'installation nucléaire de catégorie I. »

1.4 Normes internationales

Le présent document d'application de la réglementation est conforme à la philosophie et au contenu technique des normes et des codes modernes. Plus particulièrement, il est basé en partie sur les publications internationales suivantes :

- *Ageing Management for Nuclear Power Plants*, Guide de sûreté NS-G-2.12 de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) [1]
- *Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants*, Collection rapports de sûreté n° 57 de l'AIEA [2]
- *Glossaire du vieillissement des centrales nucléaires* de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) [3]

2. Exigences générales visant la gestion du vieillissement

Une gestion efficace du vieillissement garantit la fiabilité et la disponibilité des fonctions de sûreté requises des structures, systèmes et composants tout au long de la durée de vie d'une centrale nucléaire, en conformité avec le fondement d'autorisation. C'est ainsi que deux types de changement liés au temps doivent faire l'objet d'un suivi : la dégradation due au vieillissement physique et l'obsolescence.

Des activités de gestion du vieillissement doivent être instituées de façon proactive tout au long du cycle de vie d'une centrale ou des ses structures, systèmes et composants (durant la conception, la fabrication et construction, la mise en service, l'exploitation et le déclassement). Les exigences particulières associées aux différentes phases du cycle de vie sont présentées à la section 3.0.

Les titulaires de permis doivent adopter une démarche systématique et intégrée pour établir, mettre en œuvre et améliorer les programmes de gestion du vieillissement et de l'obsolescence des structures, systèmes et composants. La figure 1 illustre une telle démarche. Les processus de gestion de la centrale doivent prévoir la tenue d'un document établissant le cadre général du PGV intégré de la centrale. Des PGV propres à des structures, systèmes et composants particuliers doivent être mis en place en conformité avec le cadre général intégré; ils doivent avoir les caractéristiques d'un PGV efficace présentées à l'annexe A. Les exigences particulières concernant les PGV sont présentées à la section 4.0.

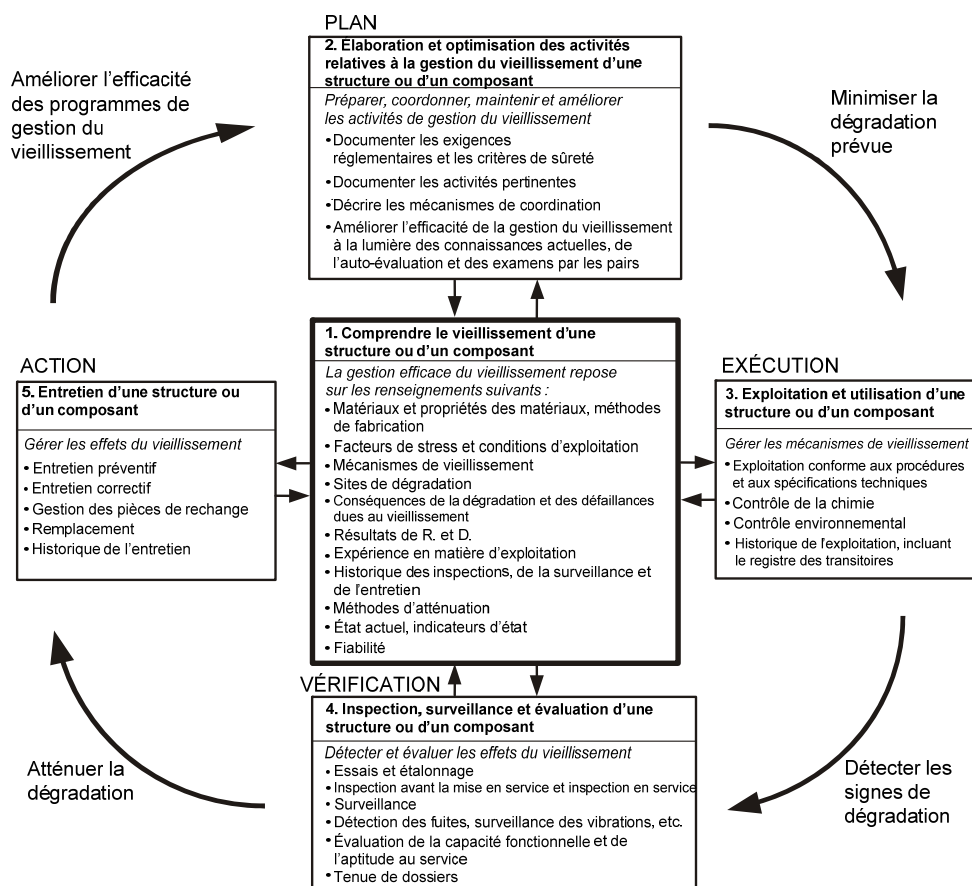


Figure 1 : Démarche systématique et intégrée pour gérer le vieillissement [1].

3. Exigences pour une gestion proactive

Les sous-sections suivantes précisent les exigences de la CCSN relativement aux activités de gestion du vieillissement durant les phases du cycle de vie d'une centrale nucléaire. Ces phases peuvent s'appliquer à des structures, systèmes et composants précis ainsi qu'à l'ensemble de la centrale.

3.1 Conception

Des mesures appropriées doivent être prises et des caractéristiques doivent être introduites dès l'étape de la conception pour faciliter la gestion efficace du vieillissement tout au long de la durée de vie d'une centrale nucléaire. Le document RD-337, *Conception des nouvelles centrales nucléaires* [4] stipule les exigences de conception des nouvelles centrales nucléaires.

La gestion du vieillissement doit également être considérée dans la conception de modifications aux centrales actuellement en exploitation ainsi que pour les changements de conception liés à des modifications, réparations ou remplacements de structures, systèmes et composants particuliers.

La gestion du vieillissement doit prendre en compte les aspects suivants :

1. appliquer une démarche systématique à l'étape de la conception pour s'assurer de comprendre le vieillissement des structures, systèmes et composants, pour déterminer les méthodes efficaces et les caractéristiques techniques relatives à la prévention du vieillissement, à sa surveillance et à son atténuation, et pour mettre sur pied des PGV pour les structures, systèmes et composants (voir sections 4.3, 4.4 et 4.6)
2. tenir compte des effets et des interactions entre les facteurs de stress mécaniques, thermiques, électriques, physiques, biologiques et radioactifs sur les propriétés des matières, sur le vieillissement des matières et sur les processus de dégradation. Dans la documentation sur la conception, indiquer de quelle façon les précédents problèmes de vieillissement génériques pertinents, l'expérience de gestion du vieillissement pertinente et les résultats de recherche sont traités
3. définir la sûreté de la durée de vie utile ou prévue des structures, systèmes et composants dans la documentation sur la conception, à l'aide d'une évaluation des marges de conception qui tient compte de toutes les dégradations potentielles et de tous les mécanismes de vieillissement et d'usure connus, y compris les effets des processus d'essai et d'entretien. Préciser les structures, systèmes et composants qui ont une durée de vie plus courte que celle de la centrale nucléaire et fournir des stratégies de gestion dans la documentation sur la conception
4. tenir compte des effets du vieillissement selon les conditions de dimensionnement, notamment les régimes transitoires et les conditions pouvant déclencher un incident, dans les spécifications relatives aux programmes de qualification de l'équipement (p. ex. programmes de qualification environnementale et de qualification sismique)
5. inclure dans le plan d'aménagement de la centrale et la conception des structures, systèmes et composants des mesures pour faciliter les activités d'inspection, d'essais, de surveillance, d'entretien, de réparation et de remplacement, et pour maintenir le risque de radioexposition

attribuable à ces activités au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (principe ALARA)

6. définir les données relatives aux inspections et aux essais de référence (de base), ainsi que celles relatives aux inspections et aux essais effectués avant, pendant ou après la mise en service, qui doivent être recueillies et documentées aux fins de la gestion du vieillissement pendant la fabrication, la construction, la mise en service, l'exploitation et le déclassement
7. définir les problèmes d'obsolescence potentiels des structures, systèmes et composants, évaluer les effets sur la sûreté et la fiabilité du rendement, et fournir des stratégies de gestion
8. dans la documentation sur la conception, indiquer tout processus particulier appliqué à la fabrication et à la construction des structures, systèmes et composants qui a pour but de prévenir, d'atténuer ou d'éliminer les mécanismes de vieillissement connus, comme le traitement thermique, la finition de surface, le temps de durcissement, etc.
9. indiquer les dispositions requises relatives à la gestion du vieillissement dans les documents d'approvisionnement des nouvelles installations et des structures, systèmes et composants, y compris les documents des fournisseurs et des autres entrepreneurs (organismes de conception, vendeurs, fabricants, agences d'inspection, etc.)

3.1.1 Contenu relatif à la gestion du vieillissement dans les rapports d'analyse de la sûreté

L'analyse de la sûreté des centrales nucléaires doit rendre compte des effets cumulatifs de la dégradation due au vieillissement des structures, systèmes et composants sur les systèmes dans leur ensemble et sur le rendement de la centrale en matière de sûreté [5, 6].

Le rapport d'analyse de la sûreté doit traiter les aspects suivants de la gestion du vieillissement :

1. un aperçu de la stratégie proactive relative à la gestion du vieillissement et des étapes préalables à sa mise en œuvre
2. les structures, systèmes et composants de la centrale importants pour la sûreté qui pourraient être touchés par le vieillissement
3. les hypothèses, les méthodes, les critères d'acceptation et les données utilisées pour tenir compte des effets du vieillissement des structures, systèmes et composants dans le cadre de l'analyse de la sûreté, notamment les hypothèses limitées dans le temps et les données sur les défaillances pour les études probabilistes de sûreté
4. les conditions opérationnelles critiques, les limites et les conditions d'exploitation ainsi que les autres paramètres à surveiller ou à contrôler qui influent sur les hypothèses du vieillissement utilisées dans les analyses de la sûreté ou la qualification de l'équipement
5. les données et l'information à recueillir pour la gestion du vieillissement afin de confirmer que les hypothèses de l'analyse de la sûreté et les critères d'acceptation continuent d'être respectés

Les examens périodiques des rapports d'analyse de la sûreté doivent inclure l'expérience en matière d'exploitation et les conclusions des recherches en ce qui a trait au vieillissement ainsi qu'à la mise en œuvre des résultats de l'analyse en question (voir la section 3.4.1).

3.2 Fabrication, construction et installation

La gestion du vieillissement doit être prise en considération dans les processus de fabrication, de construction et d'installation des nouvelles centrales nucléaires ainsi que dans les processus de modification, de réparation et de remplacement des structures, systèmes et composants des centrales actuellement en exploitation.

Les procédures pertinentes doivent définir les méthodes qui visent à empêcher que les processus de fabrication, de construction et d'installation nuisent au fonctionnement des structures, systèmes et composants en raison du vieillissement.

Les titulaires de permis doivent s'assurer que :

1. les connaissances actuelles concernant les mécanismes pertinents du vieillissement, les effets ou la dégradation et les mesures préventives ainsi que les mesures d'atténuation possibles sont pris en compte dans la fabrication, la construction et l'installation des structures, systèmes et composants
2. l'information pertinente sur les facteurs ayant une incidence sur la gestion du vieillissement et sur les paramètres agissant sur la dégradation due au vieillissement est clairement spécifiée dans les documents d'approvisionnement, et elle est transmise aux fournisseurs et aux entrepreneurs de structures, systèmes et composants
3. les fournisseurs et les entrepreneurs tiennent suffisamment compte des facteurs qui influent sur la gestion du vieillissement
4. les données de référence requises pour gérer le vieillissement sont recueillies et documentées
5. des éprouvettes de surveillance pour des programmes spécifiques de surveillance du vieillissement sont rendues disponibles et installées conformément aux spécifications de conception

3.3 Mise en service

La gestion du vieillissement doit être prise en considération dans les activités de mise en service des nouvelles centrales nucléaires ainsi que dans les projets majeurs de réparation, de remplacement et de modification de structures, systèmes et composants des centrales existantes.

Des mesures appropriées doivent être prises pour consigner les données de référence nécessaires pour gérer le vieillissement des structures, systèmes et composants durant la mise en service. Cela comprend la mise en correspondance des conditions environnementales et de fonctionnement réelles dans chaque point critique de la centrale ou pour chaque structure, système et composant.

Les paramètres ayant une incidence sur la dégradation due au vieillissement doivent être déterminés, surveillés et contrôlés durant les activités de mise en service.

Les conditions et les paramètres opérationnels critiques, comme ceux qui sont considérés dans la qualification de l'équipement et dans les hypothèses liées au vieillissement contenues dans les analyses de la conception et de la sûreté, doivent être vérifiés.

3.4 Exploitation

Les titulaires de permis doivent établir et mettre en œuvre des processus, des programmes et des procédures de gestion du vieillissement et de l'obsolescence des structures, systèmes et composants afin que les fonctions de sûreté requises soient maintenues durant la phase d'exploitation de la centrale. Des renseignements additionnels précis sont fournis à la section 4.0.

Les opérations de l'installation doivent être surveillées et consignées pour démontrer la conformité avec les conditions opérationnelles critiques, les limites et conditions d'exploitation et les autres paramètres (voir section 3.1.1) dont on a constaté qu'ils influent sur les hypothèses du vieillissement utilisées dans les analyses de la sûreté ou la qualification de l'équipement.

En cas de changements opérationnels ou de modifications des structures, systèmes et composants, un examen des changements possibles dans les conditions environnementales ou opérationnelles (p. ex. le diagramme de débit, la vitesse, les vibrations) susceptibles d'influer sur le vieillissement et la défaillance des structures, systèmes et composants (voir aussi la section 3.1) doit être réalisé.

Les mesures correctrices déterminées par les activités du PGV doivent être gérées dans le cadre du programme des mesures correctrices de la centrale.

Il faut prendre des mesures afin de s'assurer que les pièces de rechange ou de remplacement et les produits consommables sont stockés dans des environnements contrôlés appropriés pour empêcher la dégradation par le vieillissement attribuable à leur milieu de stockage (p. ex. températures élevées ou faibles, humidité, attaque chimique, accumulation de poussières). La durée de vie en stockage doit être prise en considération.

3.4.1 Examen et mise à jour de l'analyse de la sûreté

Dans le cadre de l'examen et de la mise à jour de l'analyse de la sûreté, les titulaires de permis doivent tenir compte des effets du vieillissement des structures, systèmes et composants, des résultats de recherche et des progrès en matière de connaissances et de compréhension des mécanismes de vieillissement (p. ex. évaluation des effets cumulatifs du vieillissement des structures, systèmes et composants sur le système général, sur le rendement de la centrale en matière de sûreté ainsi que sur le risque).

3.4.2 Exploitation à long terme

Un titulaire de permis peut vouloir mettre en œuvre un projet en vue d'assurer l'exploitation à long terme de la centrale nucléaire au-delà de sa durée de vie nominale. Dans de tels cas, le titulaire de permis doit effectuer un examen en profondeur des effets du vieillissement sur la sûreté de la centrale et évaluer l'efficacité des PGV en vue de l'exploitation à long terme, afin de déterminer les mesures correctrices et les domaines à améliorer. Les évaluations des conditions doivent être effectuées dans le cadre de l'examen du vieillissement pour l'exploitation à long terme (voir section 4.5).

L'examen doit montrer que :

1. les structures, systèmes et composants qui pourraient nuire, directement ou indirectement, à la sûreté d'exploitation de la centrale sont évalués en fonction de la période d'exploitation à long terme

2. les effets du vieillissement pour ces structures, systèmes et composants continueront à être déterminés et gérés au cours de la période prévue d'exploitation à long terme
3. toutes les analyses de la sûreté comportant des hypothèses limitées dans le temps sont validées pour la période proposée d'exploitation à long terme afin de donner l'assurance que les effets du vieillissement seront gérés efficacement (c.-à-d. pour démontrer que la fonction prévue d'une structure, d'un système ou d'un composant demeurera à l'intérieur des marges de sûreté de la conception pendant toute la période prévue de l'exploitation à long terme)

Les résultats de cet examen doivent être documentés et abordés.

3.4.3 Arrêts prolongés

Les arrêts prolongés sont des arrêts de réacteur de plus d'une année; ils ne comprennent pas les arrêts pour entretien courant. Pendant les arrêts prolongés, les structures, systèmes et composants peuvent devoir être placés temporairement à l'état d'arrêt ou entreposés dans des conditions sûres qui exigent des mesures et des contrôles additionnels pour empêcher la dégradation par le vieillissement.

Les titulaires de permis doivent examiner et, au besoin, réviser les PGV propres à des structures, systèmes et composants particuliers pour s'assurer que les facteurs pertinents visant la dégradation des structures, systèmes et composants placés temporairement à l'état d'arrêt ou entreposés dans des conditions sûres pendant les arrêts prolongés soient pris en compte. Les dispositions requises pour la gestion du vieillissement doivent être définies dans les spécifications relatives à l'arrêt du système ou dans les plans de conservation, y compris les exigences selon lesquelles les évaluations de l'état des structures, systèmes et composants doivent être exécutées avant la remise en service d'une centrale à la suite d'un arrêt prolongé (voir section 4.5).

3.5 Déclassement

Les titulaires de permis doivent établir et mettre en œuvre les activités de gestion du vieillissement dans les plans et les procédures de déclassement pour les structures, systèmes et composants qui doivent demeurer disponibles et fonctionnels durant le déclassement.

4. Programmes de gestion du vieillissement intégrés

Les titulaires de permis doivent adopter une démarche systématique et intégrée pour établir, mettre en œuvre et améliorer les programmes appropriés afin de gérer le vieillissement et l'obsolescence des structures, systèmes et composants. Les processus de gestion des centrales doivent prévoir des exigences visant à établir un document présentant le cadre général de PGV intégré des centrales. Ce cadre doit comprendre les éléments suivants :

- dispositions organisationnelles
- collecte de données et tenue de dossiers
- processus de l'examen préalable et de la sélection des structures, systèmes et composants visés par la gestion du vieillissement
- évaluations de la gestion du vieillissement
- évaluations de l'état
- PGV propres à des structures, systèmes et composants particuliers
- gestion de l'obsolescence
- interface avec d'autres programmes d'appui aux centrales

- mise en œuvre des PGV
- examen et amélioration des PGV

Les PGV propres à des structures, systèmes et composants particuliers doivent être mis en œuvre conformément au cadre général de PGV intégré.

Les exigences détaillées sont fournies dans les sections suivantes. D'autres démarches peuvent être acceptables à la condition que ces éléments soient traités d'une manière équivalente dont on a démontré l'efficacité dans la gestion du vieillissement.

4.1 Dispositions organisationnelles pour la gestion efficace du vieillissement

Les processus de gestion de la centrale doivent prévoir des exigences visant à assurer l'établissement de dispositions organisationnelles appropriées pour faciliter la mise en œuvre efficace des PGV, y compris la considération des aspects suivants :

1. politique et objectifs établis du cadre général de PGV intégré, ressources allouées (humaines, financières, formation, outils et équipement) et processus de surveillance pour s'assurer que le programme atteint ses objectifs
2. responsabilités définies pour la mise en œuvre des activités de gestion du vieillissement
3. dispositions sur la formation du personnel affecté aux opérations, à l'entretien, à l'ingénierie, etc., pour veiller à ce qu'il connaisse suffisamment les concepts de la gestion du vieillissement et les exigences du programme
4. organismes externes requis pour des services particuliers liés à la gestion du vieillissement (p. ex. inspections spécialisées, évaluations, recherche et élaboration de normes)

4.2 Système de collecte de données et de tenue de dossiers pour appuyer la gestion du vieillissement

Le titulaire de permis doit avoir un système approprié de collecte de données et de tenue de dossiers, afin d'appuyer la gestion du vieillissement et de servir de base pour les décisions relatives au type et à l'échéancier des mesures de gestion du vieillissement.

Les données et les dossiers sur la gestion du vieillissement doivent inclure :

1. les données de référence (de base) sur la conception, la fabrication et la construction de la centrale ou des structures, systèmes et composants ainsi que l'état au début de la durée de vie, y compris les résultats des essais de qualification de l'équipement, des inspections, des essais de mise en service et de la mise en correspondance des conditions environnementales au cours de la mise en service
2. les données sur l'historique de l'exploitation de la centrale, les conditions opérationnelles des structures, systèmes et composants (y compris les données transitoires), les contrôles chimiques, les indicateurs d'état des structures, systèmes et composants, les rapports d'événements ainsi que les données sur l'essai relatif à la disponibilité et la défaillance des structures, systèmes et composants

3. les résultats des inspections en service et de la surveillance en service des matériaux, notamment les spécifications et les résultats ainsi que les constatations qui excèdent les niveaux à signaler
4. les données sur l'historique de l'entretien, notamment les données sur la surveillance de l'état et l'entretien des composants et des structures, les évaluations du vieillissement relatives aux défaillances ou à la dégradation importante des structures, systèmes et composants, y compris les résultats des analyses des causes fondamentales
5. les dossiers des évaluations du vieillissement et de l'état des structures, systèmes et composants, les indicateurs de rendement des PGV, l'expérience de l'exploitation (interne et externe) et les résultats de la recherche

Les données entrées dans le système doivent être vérifiables, afin de démontrer qu'il y a une vérification adéquate des données entrées, une description détaillée des fondements de toute conclusion et toutes les références applicables pour les sources d'information.

4.3 Examen préalable et sélection des structures, systèmes et composants

Pour établir la liste des structures, systèmes et composants à inclure dans la portée du cadre général de PGV intégré, il faut recourir à un processus documenté d'examen préalable et de sélection. Il s'agit ici des structures, systèmes et composants susceptibles à la dégradation par le vieillissement ou aux effets du vieillissement qui peuvent nuire, directement ou indirectement, à la sûreté d'exploitation de la centrale nucléaire. Ce processus doit inclure les structures, systèmes et composants sans fonction de sûreté, mais dont la défaillance pourrait empêcher d'autres structures, systèmes et composants liés à la sûreté d'exécuter les fonctions prévues.

La documentation relative au processus d'examen préalable et de sélection comprend la méthodologie, les sources d'information et les critères utilisés, de même que la liste finale des structures, systèmes et composants regroupés en catégories connexes comportant des mécanismes de vieillissement potentiels et des sites préoccupants.

4.4 Évaluations de la gestion du vieillissement

Les processus et les procédures de gestion de la centrale doivent prévoir des exigences pour la tenue d'évaluations de la gestion du vieillissement, y compris l'établissement de rapports et de dossiers.

Les évaluations portent sur les éléments suivants :

1. compréhension du vieillissement
2. mesures préventives pour prévenir et contrôler la dégradation due au vieillissement
3. méthodes de détection, de surveillance et de dégagement des tendances relativement aux effets du vieillissement
4. méthodes d'atténuation des effets du vieillissement et mesures correctrices

4.4.1 Comprendre le vieillissement

Les processus de gestion de la centrale doivent prévoir des exigences visant à évaluer la compréhension actuelle du vieillissement des structures, systèmes et composants sélectionnés.

L'évaluation porte sur :

1. les exigences relatives à la conception et au fondement d'autorisation concernant le vieillissement et la gestion du vieillissement (notamment les codes et les normes applicables, l'analyse de la sûreté, les fonctions de sûreté et les conséquences d'une défaillance)
2. les matériaux des structures, systèmes et composants, les conditions opérationnelles, les facteurs de stress, les sites de dégradation, les mécanismes et les effets du vieillissement
3. les indicateurs de l'état physique ou fonctionnel des structures, systèmes et composants (les indicateurs de l'état)
4. les problèmes d'obsolescence prévue
5. les modèles quantitatifs ou qualitatifs visant à prévoir les effets pertinents du vieillissement et les lacunes relatives à leur compréhension
6. les conditions limitées dans le temps des structures, systèmes et composants, et les critères d'acceptation servant à évaluer la nécessité d'une mesure correctrice
7. une liste des besoins de données pour évaluer le vieillissement des structures, systèmes et composants (y compris les lacunes concernant la disponibilité et la qualité des dossiers existants)

4.4.2 Mesures préventives pour minimiser et contrôler la dégradation par le vieillissement

Les méthodes visant à prévenir et à contrôler la dégradation par le vieillissement doivent être évaluées afin de déterminer les mesures appropriées à prendre.

L'évaluation porte sur :

1. les mesures préventives à prendre concernant la conception, la sélection des matériaux et des revêtements, les pratiques de fabrication et de construction, la mise en service, les conditions opérationnelles ainsi que l'exploitation préventive et les pratiques d'entretien
2. les paramètres à surveiller ou à inspecter pour assurer l'efficacité des mesures préventives
3. les conditions opérationnelles (conditions environnementales et d'exploitation) à maintenir et les pratiques d'exploitation visant à ralentir la dégradation potentielle de la structure ou du composant

4.4.3 Méthodes de détection, de surveillance et de dégagement des tendances relativement aux effets du vieillissement

L'efficacité des méthodes visant à détecter à temps et à caractériser la dégradation par le vieillissement doit être évaluée, en tenant compte de l'expérience d'exploitation et des résultats de recherche pertinents, pour établir les stratégies et les exigences appropriées concernant

l'inspection, la surveillance, les essais, l'échantillonnage et les programmes de suivi relatifs au vieillissement des structures, systèmes et composants.

L'évaluation porte sur :

1. les paramètres et les indicateurs de l'état en vue de détecter, de surveiller et de dégager les tendances relatives à la dégradation due au vieillissement de la structure ou du composant
2. la technologie efficace (méthodes d'inspection, d'essai, de surveillance et de suivi) pour détecter les effets du vieillissement avant la défaillance de la structure, du système ou du composant et ce, avec suffisamment de sensibilité, de fiabilité et d'exactitude
3. les données à recueillir pour faciliter l'évaluation du vieillissement des structures, systèmes et composants
4. les techniques d'évaluation des données pour reconnaître une dégradation importante et pour prévoir le rendement futur des structures, systèmes et composants (y compris l'analyse des données et les tendances)

4.4.4 Méthodes d'atténuation des effets du vieillissement et mesures correctrices

Il faut évaluer l'efficacité des méthodes pour atténuer et corriger à temps la dégradation et les effets du vieillissement détectés et actifs, afin d'établir les stratégies et les exigences appropriées concernant l'entretien préventif et correctif, les réparations, les remplacements (notamment la remise à neuf et le remplacement périodique de certaines pièces) et les modifications de la conception.

4.5 Évaluations de l'état

Les processus de gestion de la centrale doivent prévoir des exigences sur l'évaluation de l'état réel d'une structure, d'un système ou d'un composant dès le début du PGV propre à l'élément visé (structure, système ou composant) et à intervalles périodiques pendant toute la durée de vie de la centrale ou de l'élément visé (structure, système ou composants), selon ce qui est requis pour valider l'efficacité d'un PGV.

Les évaluations de l'état fournissent de l'information sur :

1. le rendement et l'état actuel de l'élément visé (structure, système ou composant), y compris l'évaluation de toute défaillance liée au vieillissement ou de toute indication de dégradation importante des matériaux, des mécanismes ou effets du vieillissement non identifiés auparavant, ainsi que des comparaisons avec les prévisions relatives aux mécanismes de vieillissement et les critères d'acceptation
2. estimation du rendement futur, dégradation par le vieillissement et durée de vie restante pour la structure, le système ou le composant, lorsque cela est réalisable (c.-à-d. le temps pendant lequel l'élément visé (structure, système ou composant) devrait probablement accomplir sa fonction et respecter les exigences de rendement)
3. suivi ou prévention recommandés, surveillance et mesures d'atténuation à terminer ou à intégrer dans le PGV, y compris les intervalles appropriés des évaluations de l'état à des fins de suivi et les domaines dans lesquels pousser la recherche et le développement

La procédure pour procéder aux évaluations de l'état de même que les résultats doivent être documentés.

4.6 Programmes de gestion du vieillissement propres à des structures, systèmes et composants particuliers

Les processus de gestion de la centrale doivent prévoir des exigences visant à élaborer, documenter et maintenir un programme spécifique de gestion du vieillissement des structures, systèmes et composants (ou de groupes de structures et composants) sélectionnés par un processus d'examen préalable, ou encore par un programme de gestion d'un mécanisme ou d'un effet du vieillissement spécifique.

Le PGV propre à des structures, systèmes et composants particuliers doit correspondre à l'importance de la sûreté, à la conception de référence et au rendement requis de l'élément (structure, système ou composant), et à son incidence sur la sûreté d'exploitation de la centrale.

L'efficacité des pratiques actuelles doit être confirmée à la lumière des évaluations du vieillissement et de l'état (voir les sections 4.4 et 4.5), et les recommandations applicables au PGV propre à des structures, systèmes et composants particuliers doivent être mises en œuvre.

Les PGV propres à des structures, systèmes et composants particuliers doivent être documentés et doivent posséder les caractéristiques d'un PGV efficace, tel qu'indiqué à l'annexe A.

4.7 Gestion de l'obsolescence technologique

Le titulaire de permis doit établir un programme de gestion de l'obsolescence technologique.

Les dispositions sur la gestion de l'obsolescence doivent être documentées et incluses dans le cadre général de PGV intégré ou dans les PGV propres à des structures, systèmes et composants particuliers.

4.8 Interfaces avec d'autres programmes d'appui

Tous les programmes et toutes les activités d'appui qui font partie intégrante de la gestion du vieillissement d'une centrale nucléaire doivent être identifiés, et leurs interfaces et leurs exigences en matière d'information définies dans le document décrivant le cadre général de PGV intégré (programmes sur l'analyse de la sûreté [5, 6], l'entretien [7], la fiabilité [8], etc.).

4.9 Mise en œuvre des programmes de gestion du vieillissement

Le cadre général de PGV intégré et les PGV propres à des structures, systèmes et composants particuliers ainsi que les mesures importantes relatives à la gestion du vieillissement doivent être mis en œuvre en application du système de gestion de l'installation du titulaire de permis. La mise en œuvre doit inclure un processus de gestion du vieillissement systématique qui se fonde sur la compréhension du vieillissement et qui inclut les tâches suivantes (voir figure 1) :

- activités de planification, notamment documentation sur les exigences réglementaires applicables, critères de sûreté et de fiabilité applicables, et activités et programmes pertinents
- opérations dans les lignes de conduite pour l'exploitation qui visent à minimiser le taux de dégradation

- activités d'inspection et de surveillance qui visent la détection et l'évaluation rapides de la dégradation par le vieillissement
- activités d'entretien qui visent à atténuer les effets du vieillissement et mesures correctrices concernant la dégradation inacceptable

La mise en œuvre des PGV comprend la production périodique de rapports sur le rendement des structures, systèmes et composants et sur les indicateurs d'efficacité du cadre général de PGV intégré et des PGV propres à des structures, systèmes et composants particuliers.

Les données déterminées dans le PGV doivent être recueillies et consignées pour constituer une base en vue des décisions sur le type et le calendrier de mise en œuvre des mesures relatives à la gestion du vieillissement.

4.10 Examen et amélioration

L'efficacité du cadre général de PGV intégré et des PGV propres à des structures, systèmes et composants particuliers doit faire l'objet d'un examen périodique à l'aide des observations obtenues des indicateurs portant sur le programme et le rendement.

Le titulaire de permis doit mettre à jour les PGV et les programmes d'interface, ainsi que leur mise en œuvre, afin d'en améliorer l'efficacité en fonction des résultats de l'examen, s'il y a lieu.

Glossaire

analyse des causes fondamentales

Analyse objective, structurée, systématique et exhaustive visant à déterminer les raisons intrinsèques d'une situation ou d'un événement, et dont l'ampleur tient compte de l'importance de l'événement en matière de sûreté.

centrale nucléaire

Toute installation de réacteur à fission ayant été construite pour produire de l'électricité à l'échelle commerciale. Une centrale nucléaire est une installation nucléaire de catégorie IA aux termes du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*.

critères d'acceptation

Limites spécifiées sur la valeur d'un indicateur de fonctionnement ou d'un indicateur de l'état utilisé pour évaluer la capacité d'une structure, d'un système ou d'un composant à exécuter sa fonction prévue.

défaillance

Interruption ou incapacité d'une structure, d'un système ou d'un composant à fonctionner dans le respect des critères d'acceptation.

défaillance de cause commune

Défaillance simultanée de deux ou plusieurs structures, systèmes ou composants attribuables à un événement ou une cause spécifique unique tel qu'un phénomène naturel (séisme, tornade, inondation, etc.), une défaillance de conception, des défauts de fabrication, des erreurs opérationnelles et d'entretien, des événements destructeurs d'origine humaine, les effets du vieillissement, et autres.

défense en profondeur

Application de plusieurs mesures de protection relatives à un objectif de sûreté particulier, de manière à ce que l'objectif soit atteint même en cas de défaillance d'une des mesures de protection.

dégradation par le vieillissement

Effets du vieillissement qui pourraient compromettre la capacité d'une structure, d'un système ou d'un composant à fonctionner dans le respect des critères d'acceptation. On rencontre aussi le terme « dégradation due au vieillissement »

dimensionnement

Gamme des conditions et des événements qui sont pris explicitement en compte dans la conception de l'installation, suivant des critères déterminés, de manière à offrir à l'installation la résistance voulue sans dépasser les limites autorisées par les opérations prévues des systèmes de sûreté.

durée de vie nominale

Période d'exploitation originalement prévue durant la phase de conception d'une centrale nucléaire. Elle sert de référence ou de cible pour les activités de planification dont la conception des structures, systèmes et composants qui peuvent avoir une incidence sur la sûreté d'exploitation de la centrale.

durée de vie

Période allant du fonctionnement initial à la mise hors service finale d'une structure, d'un système ou d'un composant.

effets du vieillissement

Changements nets dans les caractéristiques d'une structure, d'un système ou d'un composant qui surviennent au fil du temps ou de l'utilisation et qui sont dus aux mécanismes de vieillissement.

entretien

Activités organisées, d'ordre administratif et technique, qui consistent à maintenir les structures, systèmes et composants en bon état de marche, y compris les aspects préventifs et correctifs (ou réparations).

essai

Observation ou mesure des indicateurs de l'état ou indicateurs de fonctionnement dans des conditions contrôlées, visant à vérifier que le rendement actuel d'une structure, d'un système ou d'un composant est conforme aux critères d'acceptation.

évaluation de l'état

Évaluation réalisée dans le but de déterminer le rendement actuel et l'état d'une structure, d'un système ou d'un composant (y compris l'évaluation des défaillances associées à l'âge ou des indices de dégradation importante des matériaux) et de prévoir le rendement futur, l'ampleur et le taux de dégradation par le vieillissement, ainsi que la durée de vie restante pour l'élément visé (structure, système ou composant).

exploitation à long terme

Exploitation qui dépasse la durée de vie nominale d'une centrale nucléaire; elle est justifiée par les résultats d'un examen intégré de la sûreté qui compare les codes et les pratiques modernes avec les conditions des structures, systèmes et composants, les processus qui limitent la durée de vie et un examen de la conception et des mesures d'exploitation de la centrale.

facteur de stress

Agent ou stimulus associé aux conditions préalables à la mise en service et aux conditions opérationnelles qui peuvent produire une dégradation (par le vieillissement), immédiate ou graduelle, d'une structure, d'un système ou d'un composant. Parmi les exemples, mentionnons notamment la chaleur, la vapeur, les produits chimiques, les rayonnements et les cycles électriques.

fonctions de sûreté

Fins déterminées que doivent atteindre une structure, un système ou un composant pour la sûreté, notamment celles nécessaires pour prévenir les conditions d'accidents et pour en atténuer les conséquences.

fondement d'autorisation

Dans le cas d'une installation ou d'une activité réglementée, un ensemble d'exigences et de documents qui comprend :

- (i) les exigences réglementaires stipulées dans les lois et règlements applicables;
- (ii) les conditions et les mesures de sûreté et de contrôle décrites dans le permis pour l'installation ou l'activité et les documents cités en référence directement dans ce permis;
- (iii) les mesures de sûreté et de contrôle décrites dans la demande de permis et les documents soumis à l'appui de cette demande.

gestion du vieillissement

Mesures techniques, opérations, inspection et entretien visant à contrôler, à l'intérieur de limites acceptables, les effets du vieillissement physique et de l'obsolescence des structures, systèmes et composants.

hypothèses limitées dans le temps

Hypothèses qui sont utilisées dans certaines analyses de la sûreté ou de la conception visant la centrale ou des structures, systèmes et composants particuliers, et qui se fondent sur une durée de vie déterminée; sont notamment inclus dans les analyses ce qui suit : calculs de la fatigue des métaux, analyse du choc thermique pressurisé, déformation et fragilisation induite par le rayonnement, vieillissement thermique, perte de matériaux et qualification du matériel électrique, du matériel de contrôle et de commande et des câbles électriques.

indicateur de l'état

Caractéristique d'une structure, d'un système ou d'un composant pouvant être observée, mesurée ou prévue pour inférer ou indiquer directement la capacité actuelle et future de l'élément visé (structure, système ou composant) à fonctionner dans le respect des critères d'acceptation.

indicateur du fonctionnement

Indicateur de l'état qui est une indication directe de la capacité actuelle d'une structure, d'un système ou d'un composant à fonctionner dans le respect des critères d'acceptation.

limites et conditions d'exploitation

Ensemble des limites et conditions qui peuvent être surveillées par, ou au nom de l'opérateur, et qui peuvent être contrôlées par ce dernier.

mécanisme de vieillissement

Processus spécifique qui change graduellement les caractéristiques d'une structure, d'un système ou d'un composant en fonction du temps ou de l'utilisation, comme la fragilisation par la chaleur ou les rayonnements, la corrosion, la fatigue, le fluage, l'érosion, etc.

mise en service

Processus consistant en une série d'activités visant à démontrer que les structures, systèmes et composants et l'équipement installés fonctionnent conformément à leurs spécifications et aux attentes de la conception, avant d'être mis en service.

programme de gestion du vieillissement (PGV)

Ensemble de politiques, de processus, de procédures, de dispositions et d'activités qui déterminent l'orientation pour assurer la gestion du vieillissement des structures, systèmes et composants d'une centrale nucléaire.

structures, systèmes et composants

Terme général englobant tous les éléments d'une installation ou d'une activité qui contribuent à la protection et à la sûreté, à l'exclusion des facteurs humains. Les structures sont des éléments passifs : bâtiments, cuves, boucliers ou blindages, etc. Un système comprend plusieurs composants assemblés de manière à exécuter une fonction (active) spécifique. Un composant est un élément discret d'un système, par exemple des câbles, des transistors, des circuits intégrés, des moteurs, des relais, des solénoïdes, des conduites, des raccords, des pompes, des réservoirs et des vannes.

système de gestion

Ensemble d'éléments interreliés ou comportant des interactions (système) servant à établir des politiques et des objectifs à atteindre de manière efficiente et efficace. Le système de gestion intègre tous les éléments d'une organisation dans un système cohérent, afin de faciliter l'atteinte de tous les objectifs organisationnels. Ces éléments comprennent la structure, les ressources et les processus. Le personnel, l'équipement et la culture organisationnelle, ainsi que les politiques et processus documentés, font partie du système de gestion. Les processus organisationnels doivent répondre à la totalité des exigences pour

l'organisation telles qu'elles ont été établies dans certains documents, comme les normes de sûreté de l'AIEA et d'autres normes et codes internationaux.

systèmes de sûreté

Systèmes qui assurent l'arrêt sécuritaire du réacteur ou l'évacuation de la chaleur résiduelle du cœur du réacteur, ou qui atténue les conséquences des incidents de fonctionnement prévus et des accidents de dimensionnement.

vieillissement

Processus général au cours duquel les caractéristiques d'une structure, d'un système ou d'un composant changent graduellement au fil du temps ou de l'utilisation. Ce processus peut être un mécanisme de vieillissement unique ou une combinaison de plusieurs mécanismes de vieillissement. Le vieillissement non physique est le processus par lequel un élément (structure, système ou composant) devient désuet (obsolescence) en raison de l'évolution des connaissances et de la technologie et des changements connexes dans les codes et les normes. Le vieillissement physique est dû aux processus physiques, mécaniques, thermiques, électriques, chimiques, radioactifs ou biologiques (mécanismes de vieillissement).

Références

1. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), Guide de sûreté NS-G-2.12, *Ageing Management for Nuclear Power Plants*, Vienne, Autriche, 2009.
2. AIEA, Collection rapports de sûreté n° 57, *Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants*, Vienne, Autriche, 2008.
3. Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), Agence pour l'énergie nucléaire, *Glossaire du vieillissement des centrales nucléaires*, Paris, France, 1999.
4. Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN), Document d'application de la réglementation RD-337 *Conception des nouvelles centrales nucléaires*, Ottawa, Canada, 2008.
5. CCSN, Document d'application de la réglementation RD-310 *Analyses de la sûreté pour les centrales nucléaires*, Ottawa, Canada, 2008.
6. CCSN, Norme d'application de la réglementation S-294, *Études probabilistes de sûreté (ÉPS) pour les centrales nucléaires*, Ottawa, Canada, 2005.
7. CCSN, Norme d'application de la réglementation S-210, *Programmes d'entretien des centrales nucléaires*, Ottawa, Canada, 2007.
8. CCSN, Norme d'application de la réglementation S-98 révision 1, *Programmes de fiabilité pour les centrales nucléaires*, Ottawa, Canada, 2005.

Annexe A : Caractéristiques d'un programme efficace de gestion du vieillissement

Tableau 1 : Caractéristiques d'un PGV efficace (adapté de NS-G-2.12 de l'AIEA [1]).

N°	Caractéristique	Description
1	La portée du PGV est basée sur la compréhension du vieillissement	Systèmes, structures (y compris les éléments structuraux) et composants assujettis à la gestion du vieillissement. Compréhension des phénomènes liés au vieillissement (mécanismes de vieillissement importants, sites sensibles) : • les exigences relatives au dimensionnement et au fondement d'autorisation en matière de vieillissement • matériaux constituant les structures, systèmes et composants, conditions opérationnelles, facteurs de stress, sites de dégradation, mécanismes et effets du vieillissement • indicateurs de l'état des structures, systèmes et composants et critères d'acceptation • modèles de prévision quantitative ou qualitative pour les phénomènes pertinents liés au vieillissement
2	Mesures préventives pour minimiser la dégradation par le vieillissement et pour la contrôler	Détermination des mesures préventives. Détermination des paramètres à surveiller ou à inspecter. Conditions opérationnelles (c.-à-d. conditions environnementales et conditions opérationnelles) à maintenir, et pratiques en matière d'exploitation visant à ralentir la dégradation potentielle de la structure ou du composant.
3	Détection des effets du vieillissement	Technologie efficace (inspection, essais et méthodes de surveillance) pour détecter les effets du vieillissement avant la défaillance des structures, systèmes et composants.
4	Surveillance et tendances dans les effets du vieillissement	Surveillance des indicateurs de l'état et des paramètres. Données à recueillir pour faciliter l'évaluation du vieillissement de la structure ou du composant. Méthodes d'évaluation (y compris l'analyse des données et les tendances).
5	Atténuation des effets du vieillissement	Opérations, entretien, réparation et mesures de remplacement visant à atténuer les effets détectés du vieillissement et la dégradation des structures, systèmes et composants.

6	Critères d'acceptation	Critères d'acceptation visant à évaluer la nécessité de prendre des mesures correctrices.
7	Mesures correctrices	Mesures correctrices à prendre lorsqu'un composant ne satisfait pas aux critères d'acceptation.
8	Retour d'expérience acquise en matière d'exploitation et résultats de la R. et D.	Mécanisme assurant le retour opportun sur l'expérience acquise en matière d'exploitation et sur les résultats de la R. et D. (s'il y a lieu) et prouvant objectivement que ces questions sont prises en compte dans le PGV.
9	Gestion de la qualité	Rôles et responsabilités organisationnels. Contrôles administratifs qui documentent la mise en œuvre du PGV et les mesures prises. Indicateurs visant à faciliter l'évaluation et l'amélioration du PGV. Processus de confirmation (vérification) visant à s'assurer que des mesures préventives adéquates et appropriées sont prises, et que toutes les mesures correctrices ont été mises en place et qu'elles sont efficaces. Pratiques à suivre en matière de tenue de dossiers. Références.