



Le 31 août 2009

Sommaire exécutif de la Phase 2 : Examen préalable du réacteur nucléaire CANDU avancé d'AECL – ACR-1000⁻¹

Sommaire exécutif

L'examen préalable des projets de fournisseurs pour de nouvelles centrales nucléaires offre au personnel de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) la possibilité d'en évaluer la conception avant d'entamer les activités d'autorisation, et de relever d'éventuels problèmes à résoudre. La phase 1 de l'examen préalable permet de déterminer si les critères de conception répondent aux exigences et aux attentes de la CCSN. La phase 2 pousse plus loin l'examen afin de déterminer s'il existe d'éventuels obstacles fondamentaux à l'autorisation de la conception. La CCSN a terminé la phase 1 de l'examen de la conception de l'ACR-1000^{MD1} d'Énergie atomique du Canada limitée (EACL) en décembre 2008 et a conclu que, de manière générale, les critères de conception répondaient aux exigences et aux attentes réglementaires de la CCSN. Le personnel de la CCSN a depuis terminé la phase 2 de l'examen de l'ACR-1000, qui lui a permis de s'assurer que la conception proposée par EACL tenait compte des exigences et des attentes réglementaires de la CCSN. À la suite de la phase 2 de l'examen, le personnel de la CCSN conclut qu'il n'y a aucun obstacle fondamental à l'autorisation de la conception de l'ACR-1000 au Canada, sous réserve de la réalisation des activités prévues par EACL, en particulier celles de recherche et développement (R-D).

1.0 Contexte

1.1 Introduction

La Commission canadienne de sûreté nucléaire est l'unique organisme de réglementation nucléaire au Canada, qui est régi par la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN). La CCSN réglemente l'utilisation de l'énergie et des matières nucléaires afin de préserver la sûreté, la santé et la sécurité des Canadiens, de protéger l'environnement et de respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.

La Commission effectue l'examen préalable des projets de fournisseurs, qui permet d'évaluer la conception d'une centrale nucléaire en fonction de la technologie du réacteur proposé par un fournisseur. L'unique but de l'examen préalable est de fournir des premiers commentaires sur le caractère acceptable ou non de certains aspects de la conception d'une centrale nucléaire en fonction des exigences et des attentes réglementaires du Canada. La CCSN entreprendra un examen plus détaillé de la conception et du dossier de sûreté lorsqu'elle étudiera la demande de permis de construction d'une centrale nucléaire sur un emplacement précis.

Publication autorisée par Énergie atomique du Canada limitée.

¹⁻ ACR-1000^{MD}

L'examen préalable est un service facultatif offert par la CCSN à la demande d'un fournisseur. Ce service ne mène pas à la certification du réacteur, n'inclut pas la délivrance d'un permis aux termes de la LSRN et ne fait pas partie du processus d'autorisation des nouvelles centrales nucléaires. Les conclusions de ces examens n'auront aucune influence sur les décisions prises par la Commission ni ne les rendront obligatoires.

Énergie atomique du Canada limitée, fournisseur de réacteurs nucléaires, conçoit un réacteur nucléaire CANDU avancé à deux tranches (ACR-1000). Chaque tranche a une capacité de production électrique brute de 1 165 mégawatts. La conception de l'ACR-1000 repose en grande partie sur le concept de design et la conception des réacteurs et des systèmes fonctionnels de centrales CANDU actuellement en exploitation, bien qu'il existe d'importantes différences entre la conception de l'ACR-1000 et la technologie CANDU actuelle.

En avril 2008, EACL a demandé à la CCSN de procéder à l'examen préalable de l'ACR-1000. Par la suite, un protocole d'entente a été signé entre les deux organisations. Le protocole décrit l'entente concernant l'examen préalable à la conception, y compris les objectifs, la portée technique de l'examen, l'échéancier, les produits livrables, les coûts, les arrangements pratiques et les conditions générales.

1.2 Objectifs de l'examen préalable

Comme c'est le cas pour les autres examens de la conception menés par la CCSN, les objectifs du présent examen étaient les suivants :

- évaluer si la conception de l'ACR-1000 était, de manière générale, conforme aux exigences réglementaires de la CCSN;
- évaluer si certains aspects de la conception liés à des domaines d'intérêt précis répondaient aux attentes de la CCSN en ce qui concerne les nouvelles centrales nucléaires au Canada;
- déterminer, en fonction de l'examen des domaines d'intérêt, s'il existait d'éventuels obstacles fondamentaux à l'autorisation de l'ACR-1000 au Canada.

L'examen préalable des projets de fournisseurs offre au personnel de la CCSN la possibilité d'évaluer la conception avant d'entamer les activités d'autorisation, et de relever d'éventuels problèmes à résoudre relativement à la conformité de la conception avec les exigences et les attentes réglementaires. Un tel examen permettra d'accroître la certitude réglementaire et contribuera, en fin de compte, à la sécurité de la population.

1.3 Phases de l'examen préalable

Le processus d'examen préalable a été divisé en deux phases :

- **Phase 1 : Évaluation de la conformité aux exigences réglementaires.** Cette phase consistait à évaluer, de manière générale, l'information fournie pour 16 domaines d'intérêt. Il s'agissait de déterminer si les critères de conception dans ces domaines répondaient aux exigences et aux attentes de la CCSN relativement à la conception de nouvelles centrales nucléaires au

Canada. La phase 1 de l'examen de l'ACR-1000 a été terminée en décembre 2008 et, selon le rapport de la CCSN sur la phase 1 qui a été présenté à EACL, les critères de conception étaient, de manière générale, conformes aux exigences et aux attentes de la CCSN.

- **Phase 2 : Détermination des obstacles fondamentaux à l'autorisation.**
Une fois la phase 1 terminée, la phase 2 a poussé plus loin l'examen dans chacun des domaines d'intérêt afin de déterminer s'il existait des obstacles fondamentaux potentiels à l'autorisation de la conception au Canada.

1.4 Définition des obstacles fondamentaux à l'autorisation

Le personnel de la CCSN définit comme obstacle fondamental à l'autorisation de la conception d'un nouveau réacteur toute lacune dans la conception ou dans le processus de conception qui, si elle n'est pas corrigée, est susceptible d'entraîner un risque important pour la population ou les travailleurs. L'obstacle est qualifié de « fondamental » s'il n'y a aucune solution claire et adéquate à un enjeu important de sûreté, si d'importantes incertitudes planent sur le plan proposé ou si, d'après le calendrier d'exécution, l'obstacle ne peut être éliminé avant le dépôt de la demande de permis de construction.

D'après cette définition, le personnel de la CCSN considère les éléments suivants comme des obstacles à l'autorisation de la conception d'une centrale nucléaire au Canada :

- la non-conformité avec les exigences juridiques du Canada;
- la non-conformité injustifiée avec les attentes réglementaires du Canada, y compris celles présentées dans le document d'application de la réglementation intitulé *Conception des nouvelles centrales nucléaires (RD-337)* ou dans d'autres documents d'application de la réglementation et normes nationales de conception et d'analyse applicables;
- la non-conformité injustifiée avec les normes et procédures d'assurance de la qualité de l'analyse de la conception et de la sûreté;
- une conception pour laquelle d'importants enjeux connus en matière de sûreté ont été ignorés, c'est-à-dire que la résolution de préoccupations à l'égard de la sûreté soulevées à l'occasion d'examens réglementaires précédents n'a pas été prise en considération;
- une conception qui ne respecte pas le principe du niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (principe ALARA) en matière de radioprotection;
- des méthodes d'ingénierie non éprouvées pour des caractéristiques de conception nouvelles ou novatrices;
- une conception pour laquelle la conformité des activités entraîne une complexité opérationnelle inacceptable.

2.0 Phase 2 de l'examen préalable : Détermination des obstacles fondamentaux

2.1 Processus d'examen de la phase 2 et domaines d'intérêt

En vue de faciliter la phase 2 de l'examen, EACL a fourni plusieurs documents, y compris une description technique de l'ACR-1000, un rapport générique sur le dossier de sûreté de l'ACR-1000, les guides de sûreté pour la conception utilisés par l'ingénieur et des renseignements sur les processus de R-D actuellement en cours. À la demande du personnel de la CCSN, des renseignements supplémentaires ont été fournis à l'appui de l'examen. La phase 2 de l'examen entrepris par le personnel de la CCSN visait à déterminer les éléments suivants : les points nécessitant des précisions, les points nécessitant un suivi, les cas de non-conformité claire avec les attentes réglementaires ou les problèmes susceptibles de constituer des obstacles fondamentaux.

Pour la phase 2 de l'examen, le personnel de la CCSN a repris les 16 domaines d'intérêt de

la phase 1, en plus d'ajouter un domaine supplémentaire, soit le programme de R-D de l'ACR-1000:

- Défense en profondeur, classification des ouvrages, des systèmes et des composants (OSC), critères d'acceptation des doses
- Conception du combustible
- Système de contrôle du réacteur
- Confinement
- Prévention et atténuation des accidents graves
- Protection contre les incendies
- Programme d'assurance de la qualité
- Criticité hors du cœur
- Programme de R-D
- Conception nucléaire du cœur du réacteur
- Système d'arrêt d'urgence
- Système de refroidissement d'urgence du cœur du réacteur et systèmes d'urgence d'alimentation en eau
- Dispositions de conception des enveloppes sous pression pour le circuit caloporteur primaire
- Radioprotection
- Facteurs humains
- Robustesse, protections et sécurité
- Analyse de sûreté (déterministe et probabiliste)

Le programme de R-D a été ajouté aux domaines d'intérêt de l'examen afin de veiller à ce qu'il soit compatible avec les nouvelles caractéristiques ou les caractéristiques qui diffèrent de la technologie CANDU actuelle (tout en tenant compte du fait que de nombreux aspects de la conception de l'ACR-1000 sont inspirés de l'ingénierie CANDU, une technologie éprouvée). Même si l'introduction de nouvelles caractéristiques peut être source d'améliorations, comme la sûreté du réacteur, la fiabilité des OSC et l'efficacité de la centrale, rappelons que ces caractéristiques doivent être d'une conception sans faille. Dans le cadre de cet examen, le personnel de la CCSN a donc accordé une attention particulière à ces nouvelles caractéristiques. La CCSN s'attend à ce que les programmes de R-D d'un projet et les expériences pertinentes d'applications semblables puissent témoigner d'un niveau de sûreté adéquat afin de justifier l'introduction de nouvelles conceptions, caractéristiques ou méthodes d'ingénierie relatives aux OSC avant leur mise en service.

Dans le cadre de la phase 2 de l'examen, le personnel de la CCSN a procédé à l'évaluation des 17 domaines d'intérêt afin de s'assurer que la conception proposée par EACL tenait compte des exigences et des attentes réglementaires de la CCSN. De plus, il a vérifié dans quelle mesure les enjeux en matière de sûreté génériques ou non résolus (par exemple, les dossiers génériques) avaient été traités. Il a également vérifié le processus de conception de l'ACR-1000 utilisé par EACL à ses bureaux d'ingénierie. Ces évaluations ont été menées afin de s'assurer que le processus de conception était correctement mis en œuvre et qu'il était conforme aux politiques et procédures d'EACL.

2.2 Critères de la phase 2 de l'examen préalable

Pour chacun des domaines d'intérêt de l'examen, le personnel de la CCSN a évalué les documents fournis en fonction des exigences et des attentes suivantes :

- la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et les règlements d'application;
- les documents d'application de la réglementation de la CCSN, en particulier celui intitulé *Conception des nouvelles centrales nucléaires* (RD-337);
- les normes et les codes de l'Association canadienne de normalisation (CSA), ainsi que les normes internationales.

2.3 Constatations de la phase 2 de l'examen préalable

Le personnel de la CCSN reconnaît que, pour l'ensemble de la phase 2, le personnel d'EACL a fourni les renseignements disponibles avec ouverture et transparence, en plus d'offrir son entière collaboration aux demandes de précisions et de renseignements supplémentaires de la CCSN.

La phase 2 de l'examen de l'ACR-1000, effectué par la CCSN, constituait une évaluation préalable d'une conception en cours de développement, et pour laquelle certaines précisions doivent encore être apportées. Cette phase s'appuyait principalement sur un rapport générique du dossier de sûreté de l'ACR-1000 produit en juin 2008 pour justifier le gel de la conception de mai 2007. Tout ceci a été effectué dans le cadre du programme technique de base d'EACL, au cours duquel une part suffisamment importante de l'analyse générique de l'ingénierie et de la sûreté de la centrale nucléaire a été réalisée pour pouvoir passer à l'étape de la mise en œuvre du projet. Un rapport générique sur le dossier de sûreté est un rapport général qui n'est pas propre à un site et qui sert de base au Rapport préliminaire d'analyse de la sûreté (RPAS), lequel sera remis dans le cadre d'une demande de permis de construction sur un site précis. Un RPAS contient des renseignements détaillés sur la conception permettant de prouver qu'elle peut être construite, ainsi que des renseignements sur l'analyse et le programme de R-D pour illustrer pleinement le caractère adéquat de la conception. Le RPAS devrait être élaboré en même temps que la phase finale de conception du projet d'EACL, phase pendant laquelle la conception devra être adaptée aux exigences propres au client et au site.

À la demande d'EACL, le personnel de la CCSN a examiné le rapport générique sur le dossier de sûreté de l'ACR-1000 afin de déterminer si le niveau de précision du rapport correspondait à celui attendu d'un RPAS et s'il était suffisamment complet.

Par conséquent, bon nombre de commentaires du personnel de la CCSN rapportés dans la partie principale du rapport portent sur le travail qui reste à accomplir afin de confirmer certains aspects de la conception ou de l'analyse. Les commentaires devraient servir à souligner le travail relatif à l'importance de la sûreté, soit celui qui intéresse le personnel de la CCSN. Ainsi, la totalité des constatations détaillées de l'examen est comprise dans le rapport principal même si elles ne se rapportent pas directement aux éventuels obstacles fondamentaux.

Dans le cadre de la phase 2 de l'examen, le personnel de la CCSN a porté une attention particulière aux domaines d'intérêt dans les cas suivants :

- de nouvelles caractéristiques ont été apportées à la conception (s'assurer qu'EACL a effectué les tests et les analyses pour prouver le caractère adéquat de sa conception, ou que ces travaux ont été prévus);
- le document RD-337, utilisé pour la conception de nouvelles centrales nucléaires, établit des attentes supérieures aux pratiques précédentes ou différentes de celles-ci, par exemple l'adoption d'objectifs de sûreté, l'application du critère de défaillance unique aux systèmes de sûreté et aux systèmes de sûreté auxiliaire, les principes relatifs aux mesures de sûreté inhérentes et passives pour minimiser la sensibilité de la centrale aux événements, le système de contrôle du réacteur conçu pour parer aux incidents de fonctionnement prévus, le confinement conçu en cas d'accidents graves et l'efficacité de l'équipement en cas d'accidents hors dimensionnement.

Pendant la phase 2 de l'examen, le personnel de la CCSN a élargi la portée des domaines d'intérêt pour y inclure le programme de R-D d'EACL. EACL a fourni, d'une part, un aperçu de son programme de R-D pour l'ACR-1000 afin d'illustrer l'élaboration de la conception de l'ACR-1000 et, d'autre part, des précisions sur quatre domaines de R-D retenus par le personnel de la CCSN du fait de leur importance, en vue de constituer un dossier de sûreté pour la conception de l'ACR-1000. Les quatre domaines de R-D ont trait aux éléments suivants : physique des réacteurs (qui constituait la partie principale du domaine d'intérêt de l'examen de la conception nucléaire du cœur du réacteur), la conception du combustible, la conception thermohydraulique et les accidents graves justifiant la conception du confinement.

Le programme de R-D de l'ACR-100 a été établi à partir d'une évaluation de la base de connaissances sur tous les aspects de la conception. EACL poursuit son programme de R-D pour le développement de produits à partir de la conception de l'ACR-1000 depuis le début des années 2000.

2.4 Conclusions de la phase 2 de l'examen préalable

En résumé, à la suite de l'examen des 17 domaines d'intérêt, le personnel de la CCSN conclut qu'il n'y a aucun obstacle fondamental à l'autorisation de la conception de l'ACR-1000 au Canada, sous réserve de la réalisation des activités prévues par EACL, en particulier celles de R-D.

Cette conclusion générale s'appuie sur les constatations suivantes :

- EACL a fourni suffisamment de renseignements sur la conception et l'analyse aux fins des examens.

- EACL a tenu compte de manière satisfaisante de tous les commentaires formulés par le personnel de la CCSN lors de la phase 1. Comme l'a mentionné le personnel de la CCSN dans le rapport de la phase 1, de manière générale, les critères de conception répondent aux exigences et aux attentes réglementaires de la CCSN pour les nouvelles centrales nucléaires au Canada.
- L'examen des 17 domaines d'intérêt mené par le personnel de la CCSN a permis de déterminer qu'il n'y avait aucun obstacle fondamental à l'autorisation de la conception de l'ACR-1000 au Canada, sous réserve que les travaux de R-D requis soient terminés dans les délais prescrits et que les points soulevés dans les principales constatations sur les domaines d'intérêt soient réglés. Le personnel de la CCSN a commenté de façon détaillée chacun des 17 domaines d'intérêt. Les commentaires ont trait aux travaux qu'il recommande de terminer avant qu'une décision concernant la délivrance d'un permis de construction ne soit rendue par la Commission. Bien que les commentaires ne fassent état d'aucun obstacle fondamental, le personnel de la CCSN est d'avis que les points qu'on y soulève doivent être résolus afin de répondre aux attentes de la CCSN.
- Selon le personnel de la CCSN, un programme de R-D adéquat constitue un aspect essentiel de la conception d'un nouveau réacteur. La conception de l'ACR-1000 comporte plusieurs nouvelles caractéristiques qui requièrent des travaux de R-D. De façon générale, le programme de R-D pour l'ACR-1000 s'appuie logiquement sur la base de connaissances existante et semble complet. De plus, ce programme semble aborder les quatre domaines de R-D de manière adéquate. Certains des principaux travaux de R-D sont toujours en cours. EACL prévoit les achever en trois étapes réparties sur plusieurs années. Le personnel de la CCSN s'attend à ce que tous les travaux clés de R-D liés à la sûreté soient terminés d'ici la présentation d'une demande de permis de construction. Il a été jugé que l'examen complet par la CCSN du caractère adéquat de chacun des programmes d'essai pour des applications données ne s'inscrivait pas dans la portée de la phase 2.
- Pour toutes les centrales nucléaires, le programme de mise en service joue un rôle important. Il permet de s'assurer que les OSC sont correctement installés et qu'ils fonctionneront comme prévu. Cet aspect est d'autant plus important pour les caractéristiques de conception inédites ou uniques. Dans le cadre d'une demande de permis, le personnel de la CCSN s'attend à ce que le programme de mise en service soumis soit à la hauteur des pratiques exemplaires de l'industrie et qu'il permette de vérifier, dans la mesure du possible, que les nouvelles caractéristiques de la conception de l'ACR-1000 répondront aux exigences liées à leur conception.
- Si une demande de construction d'un ACR-1000 est déposée, le personnel de la CCSN vérifiera auprès du demandeur si tous les points soulevés dans les commentaires de la phase 2 par rapport aux 17 domaines d'intérêt ont été résolus.

- Pendant le processus de conception, la gestion de la sûreté est nécessaire afin de s'assurer que celle-ci a été intégrée à la conception de manière prudente, systématique et structurée. Le personnel de la CCSN a examiné le processus de conception d'EACL, y compris le manuel d'assurance de la qualité du projet de l'ACR-1000, et a réalisé une évaluation aux bureaux d'ingénierie d'EACL. Dans l'ensemble, il a conclu qu'un processus de conception adéquat était en place et a émis quelques commentaires au sujet de la mise en œuvre du programme d'assurance de la qualité. Au cas où une demande de permis serait déposée, le personnel de la CCSN devra vérifier auprès du demandeur que tous les points soulevés dans les constatations de l'évaluation ont été résolus adéquatement.

En outre, la phase 2 de l'examen a permis au personnel de la CCSN d'approfondir sa compréhension de la conception de l'ACR-1000, en plus d'éclairer EACL sur la portée du document RD-337 par rapport à la conception. Les résultats de cet examen peuvent être utilisés par le personnel à titre indicatif dans le cadre d'examens de demandes de permis ultérieures. Par ailleurs, les résultats ont permis de cibler certains sujets clés que le personnel de la CCSN approfondira à l'avenir dans le cadre d'examens de demandes de permis. Cela devrait permettre de réduire les risques associés à la délivrance de permis de construction pour des réacteurs ACR-1000.