



Le 30 avril, 2012

## **Sommaire de la Phase 2:**

Examen préalable de la conception du réacteur  
nucléaire CANDU 6 amélioré de Candu Énergie –  
EC6



## Sommaire

*L'examen préalable d'un projet de nouvelle centrale nucléaire est une occasion pour le personnel de la CCSN d'évaluer une conception avant toute activité d'autorisation, et de cerner les problèmes possibles qui devront être réglés. La phase 1 d'un examen préalable détermine si la conception est conforme aux attentes et aux exigences de la CCSN. La phase 2 est plus détaillée et permet d'examiner l'existence d'obstacles fondamentaux possibles à l'autorisation. La CCSN a effectué un examen de phase 1 du réacteur CANDU 6 évolué (Enhanced CANDU-6, ou EC6<sup>®</sup>) de Candu Énergie<sup>1</sup> en mars 2010, et est arrivée à la conclusion qu'en général, l'intention du concept respecte les exigences et attentes réglementaires de la CCSN. La phase 2 d'un examen du modèle EC6 mené récemment procure un niveau additionnel d'assurance que Candu Énergie a tenu compte des exigences et attentes réglementaires. À la suite de la phase 2 de l'examen, le personnel de la CCSN est arrivé à la conclusion qu'il n'existe pas d'obstacles fondamentaux à l'autorisation de la conception EC6 au Canada. Il convient toutefois de noter que cette conclusion est émise sous réserve de l'achèvement des activités prévues de Candu Énergie relativement au réacteur EC6, en particulier celles qui se rapportent aux accidents graves, à la recherche et au développement, ainsi qu'à la réponse de Candu Énergie au sujet de l'accident survenu à Fukushima Daiichi et du Plan d'action afférent de la CCSN.*

### 1.0 Contexte

#### 1.1 Introduction

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

L'examen préalable de la conception constitue une évaluation de haut niveau de la technologie de réacteur proposée par un fournisseur. Il s'agit d'un service facultatif offert par la CCSN lorsqu'un fournisseur le demande. Ce service n'inclut pas la délivrance d'un permis, aux termes de la LSRN, et ne fait pas partie du processus d'autorisation. Les conclusions d'un tel examen n'auront aucune influence sur les décisions prises par le tribunal de la Commission et ne lieront ce dernier d'aucune façon.

---

<sup>1</sup> Le 2 octobre 2011, le Groupe SNC-Lavalin inc. a acquis certains intérêts des activités commerciales d'EACL. La société gère la filiale à part entière appelée Candu Énergie.

L'examen préalable est uniquement destiné à fournir une rétroaction précoce sur l'acceptabilité de la conception d'une centrale nucléaire en fonction des exigences et des attentes réglementaires du Canada. La CCSN exigera un examen beaucoup plus détaillé de la conception et du profil de sûreté rattachés à une demande de permis en particulier pour construire une centrale nucléaire à un endroit en particulier.

Candu Énergie, fournisseur de centrales nucléaires, conçoit une centrale nucléaire EC6<sup>®</sup> de deux unités, dont chacune peut fournir une production électrique brute de 740 mégawatts. La conception du réacteur EC6 repose en grande partie sur l'étude conceptuelle et sur la conception des systèmes de réacteur et de processus des centrales CANDU actuellement en exploitation. Malgré les similitudes, il existe d'importantes différences entre la conception du réacteur EC6 et les technologies CANDU existantes. À l'heure actuelle, la conception du réacteur EC6 est produite pour un site générique.

Le projet de conception du réacteur EC6 compte trois phases, soit la définition du produit, le programme technique de changement à la conception (en cours) et la conception finale du projet.

En janvier 2009, Énergie atomique du Canada limitée (EACL) a demandé à la CCSN de procéder à la phase 1 de l'examen préalable de la conception du réacteur EC6, et une entente de service a été signée entre les deux organismes. Cette entente de service énonce les objectifs, la portée technique de l'examen, les lignes directrices relatives au calendrier, les livrables de l'organisation, les coûts, les arrangements administratifs et les conditions générales.

En avril 2011, EACL et la CCSN ont signé une entente de service sur la phase 2 de l'examen. Cette entente de service a par la suite été modifiée et signée entre la CCSN et Candu Énergie, pour la phase 2 de l'examen du réacteur EC6.

## **1.2 Objectifs de l'examen préalable**

Voici les objectifs d'un examen préalable de la conception :

- évaluer si la conception du réacteur est, 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, selon l'examen des sujets de l'analyse, tout obstacle fondamental possible à la délivrance d'un permis pour une conception proposée d'un réacteur 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 cerner 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

L'examen préalable à la conception comporte trois phases.

- **Phase 1: Évaluation de la conformité aux exigences réglementaires.** Cette phase consiste à évaluer, de manière générale, l'information soumise à l'appui de la conception du réacteur par rapport aux exigences réglementaires et aux documents de réglementation de la CCSN. Elle permet de déterminer si l'intention de la conception est conforme aux exigences et répond aux attentes de la CCSN relativement à la conception des nouvelles centrales nucléaires au Canada.
- **Phase 2: Détermination des obstacles fondamentaux à l'autorisation.** Une fois la phase 1 terminée, la phase 2 pousse plus loin l'examen afin de déterminer s'il existe d'éventuels obstacles fondamentaux à l'autorisation de la conception du réacteur au Canada. Il serait bon de noter que les constatations découlant de la phase 1 n'influeront en aucun cas sur les conclusions de la phase 2 de l'examen.
- **Phase 3:** Suivi de la phase 2, axé sur un examen plus détaillé de sujets choisis par le fournisseur.

La phase 2 de l'examen préalable à la conception du réacteur EC6 est maintenant terminée, et les conclusions principales sont reproduites ci-après.

### 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 comblée, est susceptible d'entraîner un risque important pour la population ou les travailleurs. L'obstacle est considéré fondamental lorsqu'aucun plan précis et adéquat ne permet de régler un problème de sûreté important. L'obstacle serait également considéré fondamental si d'importantes incertitudes étaient associées au plan proposé, ou si le calendrier de conception ne laissait pas le temps de remédier à ces incertitudes au moment de demander un permis de construction.

Étant donné cette définition, le personnel de la CCSN estime que les éléments suivants sont des obstacles à la délivrance d'un permis à une conception de centrale nucléaire au Canada :

- non-conformité avec les exigences juridiques du Canada
- 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

- non-conformité injustifiée avec les normes et procédures d'assurance de la qualité de la conception et de l'analyse de la sûreté
- 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
- 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
- méthodes d'ingénierie non éprouvées pour des caractéristiques de conception nouvelles ou novatrices
- conception pour laquelle la conformité des activités entraîne une complexité opérationnelle inacceptable

## **2.0 Phase 2 de l'examen**

### **2.1 Processus de la phase 2 de l'examen et domaines d'examen choisis**

En vue de faciliter la phase 2 de l'examen, Candu Énergie a soumis de la documentation à l'appui de la conception du réacteur EC6, notamment des documents démontrant comment la conception du réacteur répond aux exigences et aux attentes réglementaires de la CCSN. Le document principal est le rapport préliminaire d'analyse de la sûreté pour un site générique. Ce rapport est étayé par des documents complémentaires, dont des guides de conception sécuritaire, des guides de conception, des manuels de conception, des analyses de conception et d'autres documents de conception. 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.

Le personnel de la CCSN a choisi 19 sujets d'examen pour évaluer la conception du réacteur EC6, lesquels sont reproduits ci-après. Ces sujets ont par la suite été examinés pour que l'on puisse confirmer que des fonctions de sûreté fondamentale, comme le contrôle du réacteur, l'arrêt du réacteur, le refroidissement du cœur du réacteur et le confinement des matières radioactives, soient comprises dans la conception. Cette dernière devait également respecter les exigences et attentes réglementaires de la CCSN pour les nouvelles centrales nucléaires.

#### Sujets de l'examen

- Défense en profondeur, buts et objectifs de
- Analyse de sûreté

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• sùreté, critères d'acceptation des doses</li> <li>• Classification des systèmes, structures et composants</li> <li>• Conception nucléaire du cœur du réacteur</li> <li>• Conception et qualification du combustible</li> <li>• Système de contrôle et installations</li> <li>• Système d'arrêt du réacteur</li> <li>• Refroidissement d'urgence du cœur et systèmes de retrait de la chaleur</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enveloppe sous pression</li> <li>• Protection contre les incendies</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confinement et structures de sécurité civile importantes</li> <li>• Accidents hors dimensionnement (AHD) et prévention et atténuation d'accidents graves</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioprotection</li> <li>• Criticité hors cœur</li> <li>• Robustesse, garanties et sécurité</li> <li>• Programme de recherche et développement du fournisseur</li> <li>• Système de gestion des processus de conception et AQ de la conception et de l'analyse de la sùreté</li> <li>• Facteurs humains</li> <li>• Incorporation de la mise hors service dans les considérations de conception</li> </ul> |

Un autre sujet a été ajouté à l'ensemble standard de sujets examinés, soit les répercussions sur la conception des leçons retenues de l'accident nucléaire survenu à Fukushima Daiichi le 11 mars 2011. La CCSN s'attend à ce que les fournisseurs de réacteurs retiennent des leçons de cet événement de façon continue et modifient leurs conceptions au besoin.

Le personnel de la CCSN a porté une attention particulière à: (i) la connaissance de caractéristiques de conception nouvelles ou novatrices et la mesure dans laquelle les questions de sùreté en suspens et les mesures de suivi génériques pour la technologie CANDU existante ont été réglées pour la conception du réacteur EC6, notamment en prévision du programme de recherche et développement connexe; et (ii) des plans de conception pour la prévention et l'atténuation d'accidents graves. Le personnel de la CCSN s'attend à un programme de recherche et développement à l'appui de caractéristiques nouvelles ou différentes comparativement à la technologie CANDU existante, qui prouve que leur sùreté est adéquate.

Les résultats de l'examen ont été classés comme suit:

- *Obstacles fondamentaux possibles à l'autorisation* (section 1.4)
- *Conclusions principales, soit:*
  - les exceptions aux attentes réglementaires de la CCSN, se trouvant dans des documents de réglementation comme les documents d'application RD-337 et RD-310
  - l'absence de données à l'appui de la conformité aux attentes de la CCSN en matière de conception ou des situations où les exigences et attentes réglementaires sont respectées, mais dans une marge très mince (une analyse détaillée est requise et ne peut être effectuée pendant l'examen préalable au projet)

- *Clarifications techniques*, définies ainsi:
  - manque d'information parce que des documents à l'appui n'ont pas été envoyés
  - préoccupations relatives à l'intégralité, l'exhaustivité et la qualité des documents fournis
  - préoccupations relatives à un aspect technique mineur de la conception

De plus, le personnel de la CCSN a mené une vérification du processus de conception utilisé par Candu Énergie pour le réacteur EC6. Cette vérification a été menée afin de s'assurer que le processus de conception était correctement mis en œuvre et qu'il était conforme aux politiques et procédures de Candu Énergie.

## **2.2 Critères de la phase 2 de l'examen préalable**

Pour évaluer les sujets de l'examen, le personnel de la CCSN a utilisé le même ensemble de critères qu'au cours de la phase 1. Ces critères sont définis dans le document de réglementation intitulé *Conception des nouvelles centrales nucléaires (RD-337)*, un document qui renferme des attentes neutres de conception de technologie. Un nombre restreint de domaines d'examen ont été évalués en fonction de normes et de documents canadiens précis d'application de la réglementation, comme le *Règlement sur la radioprotection*, le document d'application de la réglementation *Analyses de la sûreté pour les centrales nucléaires (RD-310)* et la norme nationale canadienne CSA N286.2 (Design Quality Assurance for Nuclear Power Plants).

## **2.3 Autres considérations de la phase 2 de l'examen de la conception**

La phase 2 de l'examen du réacteur EC6, effectué par la CCSN, constituait une évaluation préalable d'une conception en cours de développement, et pour laquelle certaines précisions doivent encore être apportées et confirmées. Les questions en suspens relevées par le personnel de la CCSN au cours de la phase 1 de l'examen du réacteur EC6 ont été réglées au cours du processus de la phase 2 de l'examen.

Le réacteur EC6 est inspiré de la conception du réacteur CANDU 6 évolué et incorpore des caractéristiques communes à de nombreuses conceptions CANDU qui fonctionnent bien au Canada et à l'étranger. La conception de référence du réacteur EC6 est la centrale nucléaire CANDU 6 de Qinshan, conçue par EAACL vers la fin des années 1990.

Même si le réacteur EC6 est une conception évolutionnaire, le personnel de la CNSC le considère comme une nouvelle centrale nucléaire et, de ce fait, les exigences et attentes modernes s'appliquent. Ces exigences et attentes comprennent les documents d'application de la réglementation de la CCSN pour la conception et l'analyse des nouvelles centrales nucléaires

(p. ex., RD-337, RD-310 et S-294), ainsi que les codes et les normes modernes en vigueur (p. ex., les versions les plus récentes des normes de l'ACNOR).

Candu Énergie a apporté un certain nombre de changements à la conception actuelle du réacteur CANDU 6 de Qinshan afin que la conception du réacteur EC6 réponde aux attentes modernes quant à la conception et à l'analyse des nouvelles centrales nucléaires.

Dans le cadre de la phase 2 de son examen, le personnel de la CCSN a porté une attention particulière à chacun des domaines d'examen pour lesquels:

- les documents d'application RD-337, RD-310 et S-294 ont établi des attentes supérieures aux pratiques actuelles ou qui s'en éloignent, comme l'adoption d'objectifs de sûreté, l'application du critère de la défaillance unique des systèmes de sûreté et des systèmes de soutien de la sûreté, les principes de caractéristiques de sûreté inhérentes et passives pour réduire au minimum la vulnérabilité aux événements, les caractéristiques de conception complémentaires, le système de contrôle du réacteur conçu pour réagir à des occurrences opérationnelles prévues, les mesures de confinement conçues pour intervenir en cas d'accidents graves, et l'efficacité de l'équipement pendant un accident autre que ceux prévus dans la conception
- les changements à la conception et les nouvelles caractéristiques et dispositions sont intégrés à la conception du réacteur EC6 pour répondre aux dernières attentes concernant la conception – l'examen visait à confirmer qu'il y a un lien entre la recherche proposée sur le réacteur EC6 et le programme et les plans de recherche de mise à l'essai et d'analyse, pour prouver le caractère adéquat de ces nouvelles caractéristiques et dispositions
- les caractéristiques de sûreté en suspens et mesures de suivi génériques pour la technologie CANDU existante sont en cause

#### **2.4 Résultats de la phase 2 de l'examen préalable**

Le personnel de la CCSN reconnaît que, pour l'ensemble de la phase 2, le personnel de Candu Énergie 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.

Les *Conclusions principales* de la phase 2 de l'examen se résument ainsi :

- des améliorations doivent être apportées à l'évaluation de la fréquence des petites et grandes émissions, à la lumière de l'accident survenu à Fukushima Daiichi
- un système et un processus de classification de la sûreté plus rigoureux pour la conception des systèmes, composants et structures (tableau à la section 2.1) doivent être mis en place



- l'application de l'exigence réglementaire de la défaillance unique décrite dans le document d'application RD-337 à certains aspects de la conception de systèmes de sûreté ainsi qu'aux analyses déterministes de la sûreté nécessite des justifications supplémentaires
- certains aspects de conception quant à la prévention et à l'atténuation d'accidents graves en sont à une étape préliminaire et doivent être approfondis
- de plus amples renseignements à l'appui de la conformité de la conception du réacteur EC6 avec les attentes de la CCSN en matière de conception quant aux menaces prévues et non prévues sont nécessaires
- le programme de recherche et développement devrait être amélioré relativement aux problèmes de sûreté et aux mesures de suivi génériques en suspens pour la technologie CANDU existante, de même qu'aux renseignements sur le progrès et le calendrier de la mise en œuvre du programme
- certaines questions d'assurance de la qualité liées au processus de conception doivent être améliorées

Il convient de noter que Candu Énergie en est aux étapes intermédiaires (programme technique de changement à la conception) de la mise en œuvre de changements à la centrale nucléaire de référence de Qinshan pour la conception du réacteur EC6. Certains documents de conception et d'analyse clés propres au réacteur EC6 ont été mis à la disposition du personnel de la CCSN. Le rapport préliminaire d'analyse de la sûreté, qui résume les caractéristiques de sûreté de la conception du réacteur EC6 et certaines analyses de la sûreté de la délimitation ont aussi été mis à la disposition du personnel de la CCSN. D'autres évaluations, analyses et documents à l'appui relativement au réacteur EC6 sont en cours d'élaboration et n'ont donc pu être consultés par le personnel de la CCSN pendant la phase 2 de l'examen.

## **2.5 Conclusions de la phase 2 de l'examen préalable**

En résumé, selon l'examen des 19 sujets retenus, le personnel de la CCSN conclut qu'il n'existe aucun obstacle fondamental à l'autorisation de la conception du réacteur EC6 au Canada. Il convient de noter que cette conclusion dépend de la gestion adéquate par Candu Énergie des conclusions de l'examen (à la section 2.4) et de ses activités prévues pour le réacteur EC6, en particulier celles liées à la recherche et au développement. Le personnel de la CCSN est d'avis que ces questions peuvent être réglées au moyen d'un examen de conception au moment de la demande d'un permis de construction.

Constatations sur lesquelles repose cette conclusion générale

- Selon l'examen des 19 sujets, le personnel de la CCSN conclut qu'il n'existe aucun obstacle fondamental à l'autorisation de la conception du réacteur EC6 au Canada, à condition de mener à bien en temps utile le programme de recherche et développement et de donner suite aux *Conclusions principales* et *Clarifications techniques* dans les sujets d'examen. Le

personnel de la CCSN a fourni des commentaires détaillés sur les 19 sujets liés aux travaux que le personnel de la CCSN s'attend de voir terminés avant une demande de permis de construction par le tribunal de 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.

- Le personnel de la CCSN s'attend à ce que l'on donne suite aux *Conclusions principales* et *Clarifications techniques* dans les sujets d'examen, pendant les examens de conception au moment de la demande d'un permis de construction. En particulier :
  - les problèmes mineurs relevés durant l'examen, et donc non mentionnés ici, classés sous *Clarifications techniques*, seront éliminés une fois la conception détaillée terminée
  - les problèmes relevés durant l'examen et classés sous les *Conclusions principales* devraient être réglés par une conception détaillée, étant donné que la voie vers leur résolution a été établie pendant la phase 2 de l'examen
  - en ce qui a trait aux leçons retenues de l'accident de Fukushima Daiichi et à la prévention et l'atténuation d'accidents graves, des discussions poussées entre la CCSN et Candu Énergie sont prévues pour l'examen de la phase 3 et les examens de conception au moment de la demande d'un permis de construction pour le réacteur EC6