



Juin 2013

Sommaire de la phase 2  
**Examen préalable de la  
conception du réacteur AP1000  
de Westinghouse**

---



## **Sommaire**

*L'examen préalable de la conception de fournisseurs pour de nouvelles centrales nucléaires offre au personnel de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) la possibilité d'évaluer une conception avant d'entamer des activités d'autorisation, et de relever d'éventuels problèmes à résoudre. 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'éventuels obstacles fondamentaux à l'autorisation.*

*La CCSN a terminé la phase 1 de l'examen préalable de la conception du réacteur AP1000 de Westinghouse en janvier 2010, et a conclu que, de manière générale, l'intention de la conception est conforme aux exigences et aux attentes réglementaires de la CCSN. La phase 2 de l'examen récemment terminée de la conception du réacteur AP1000 procure un nouveau niveau d'assurance que Westinghouse 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 du réacteur AP1000 au Canada. Il faudrait noter que cette conclusion est assujettie à la résolution des principaux éléments soulevés lors de la phase 2 de l'examen en lien avec les accidents hors dimensionnement, les accidents graves, la robustesse et la sécurité, ainsi qu'à l'engagement pris par Westinghouse d'améliorer la conception des systèmes de contrôle et des installations en vue de respecter les exigences du document RD-337 en matière de systèmes d'arrêt d'urgence du réacteur.*

### **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 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.

L'examen préalable de la conception de fournisseurs 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 de ces examens n'auront aucune influence sur les décisions prises par le tribunal de la Commission et ne les rendront pas obligatoires.

L'unique but de l'examen préalable consiste à offrir une rétroaction précoce sur l'acceptabilité de la conception d'un réacteur 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.

La société Westinghouse Electric Company (WEC), un fournisseur de réacteurs nucléaires, a conçu le réacteur à eau sous pression (REP) AP1000, dont la production nette d'électricité s'élève à 1117 mégawatts. La conception de l'AP1000 repose sur la technologie REP traditionnelle, comportant des systèmes de sûreté passifs, et sur certaines simplifications en comparaison avec les modèles précédents de réacteur. La WEC a déclaré que ces caractéristiques renforçaient la sûreté de la centrale. La conception du réacteur AP1000 comprend certaines caractéristiques techniques uniques et repose sur des aspects et des systèmes de sûreté passifs; il est considéré comme un « concept de réacteur avancé passif ».

En novembre 2008, la WEC a demandé à la CCSN d'effectuer la phase 1 de l'examen préalable de la conception du réacteur AP1000, et une entente de service a été signée entre les deux organismes. La phase 1 de l'examen a été réalisée, et le rapport de la phase 1 de l'examen a été publié en janvier 2010.

En septembre 2012, la WEC et la CCSN ont signé une entente de service pour la phase 2 de l'examen de la conception du réacteur AP1000.

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

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

- évaluer si la conception du réacteur proposé 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 répondent aux attentes de la CCSN en ce qui concerne les nouvelles centrales nucléaires au Canada
- cerner les obstacles fondamentaux potentiels à l'autorisation du réacteur proposé au Canada

L'examen préalable de la conception 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 aux exigences et aux 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 de la conception préalable au projet se divise en 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. Il s'agit 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.** Cette phase est axée sur un examen plus détaillé de sujets choisis par le fournisseur.

La phase 2 de l'examen préalable de la conception du réacteur AP1000 est maintenant terminée, et les principales conclusions sont données ci-dessous.

### 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, les travailleurs ou l'environnement. 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 sont associées au plan de résolution proposé ou si le calendrier de conception ne laisse 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 l'autorisation d'une conception de centrale nucléaire au Canada :

- une non-conformité avec les exigences juridiques du Canada
- une non-conformité injustifiée avec les attentes réglementaires du Canada, y compris celles présentées dans le document d'application de la réglementation RD-337 ou dans d'autres documents d'application de la réglementation et normes nationales de conception technique et d'analyse applicables
- une non-conformité injustifiée avec les normes et procédures d'assurance-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, de l'anglais *as low as reasonably achievable*) en matière de radioprotection
- des méthodes d'ingénierie non éprouvées pour des caractéristiques de conception nouvelles ou innovantes (c.-à-d. insuffisamment étayées par des analyses, des activités de recherche et développement ou la combinaison de celles-ci)
- une 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, la WEC a soumis un document sur le contrôle de la conception (DCC Rév.19) pour le réacteur AP1000, semblable à un rapport d'analyse de la sûreté, offrant une description technique de la conception et de l'information sur l'analyse de la sûreté. Un certain nombre de documents à l'appui de la conception du réacteur AP1000 ont aussi été fournis, y compris des documents montrant de quelle façon la conception de la centrale nucléaire répond aux exigences et aux attentes réglementaires de la CCSN. La WEC a aussi soumis un rapport de référence sur le cœur du réacteur AP1000 indiquant les changements à la conception du cœur et du combustible qui vont au-delà du DCC Rév. 19. Comme tel, le DCC Rév. 19 que vient compléter le rapport de référence sur le cœur indique les changements de conception du réacteur AP1000 accumulés et constitue une mise à jour complète des analyses d'accident documentées dans le chapitre 15 du document DCC.

Par la réalisation de la phase 2 de l'examen, le personnel de la CCSN vise à déterminer :

- les points nécessitant des précisions
- les points nécessitant un suivi plus poussé
- les cas de non-conformité claire aux exigences réglementaires
- les problèmes susceptibles de constituer des obstacles fondamentaux

Le personnel de la CCSN a choisi vingt domaines d'examen pour évaluer la conception du réacteur AP1000, qui sont énumérés ci-dessous. L'examen de ces sujets vise à garantir que les fonctions fondamentales de sûreté – comme le contrôle du réacteur, l'arrêt du réacteur, le refroidissement du cœur du réacteur et le confinement des matières radioactives – sont conçues

pour respecter les exigences réglementaires et les attentes de la CCSN pour les nouvelles centrales nucléaires canadiennes.

**Domaines d'examen :**

- Défense en profondeur, buts et objectifs en matière de sûreté, critères d'acceptation des doses
- Classification des structures, des systèmes et des composants
- Conception nucléaire du cœur du réacteur
- Conception et qualification du combustible
- Systèmes de contrôle et installations
- Systèmes d'arrêt du réacteur
- Système de refroidissement d'urgence du cœur du réacteur et système d'évacuation d'urgence de la chaleur
- Confinement et structures de sécurité civile importantes
- Accident hors dimensionnement (AHD) et prévention et atténuation des accidents graves
- Analyse de sûreté
- Enveloppe sous pression
- Protection contre l'incendie
- Radioprotection
- Criticité hors cœur
- Robustesse, sécurité et garanties
- Programme de recherche et développement du fournisseur
- Système de gestion des processus de conception et assurance de la qualité dans l'analyse de la conception et de la sûreté
- Facteurs humains
- Intégration du déclassement dans les considérations de conception

Un autre domaine a été ajouté à l'ensemble standard des domaines d'examen, soit les répercussions sur la conception des leçons tirées de l'accident nucléaire de Fukushima Daiichi survenu le 11 mars 2011. La CCSN s'attend à ce que les fournisseurs de réacteurs déterminent les leçons tirées de cet événement et modifient leurs conceptions au besoin.

Le personnel de la CCSN a porté une attention particulière aux éléments suivants :

- (i) la connaissance des caractéristiques de conception nouvelles ou innovantes et le degré selon lequel les problèmes de sûreté en suspens et les mesures de suivi génériques concernant la technologie actuelle des REP ont été pris en compte dans la conception du réacteur AP1000, y compris une disposition pour le programme associé de recherche et de développement
- (ii) des dispositions de conception pour la prévention et l'atténuation d'accidents graves. Le personnel de la CCSN s'attend à ce que le programme de recherche et développement du

fournisseur soutienne des caractéristiques nouvelles ou différentes en regard des technologies existantes de REP de manière à en démontrer le caractère adéquat de sûreté

Les résultats de l'examen ont été classés selon les éléments suivants :

- *Obstacles fondamentaux éventuels à l'autorisation* (définis à la section 1.4);
- *Principales conclusions*, soit:
  - les exceptions aux attentes réglementaires de la CCSN, se trouvant dans des documents d'application de la réglementation comme les documents 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 réglementaires sont respectées, mais dans une marge très mince (p. ex. une analyse détaillée est requise et ne peut être effectuée pendant l'examen préalable)
- *Clarifications techniques*, définies ainsi:
  - un manque d'information parce que des documents à l'appui n'ont pas été envoyés
  - des préoccupations concernant l'exhaustivité, la suffisance et la qualité des documents soumis
  - des préoccupations au sujet d'un aspect technique mineur de la conception

De plus, la CCSN a réalisé une vérification du processus de conception de la WEC utilisé dans la conception du réacteur AP1000. Cette opération 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 la WEC.

## **2.2 Collaboration internationale des organismes de réglementation**

Le Programme multinational d'évaluation de la conception (PMEC) représente un effort conjoint de plusieurs organismes de réglementation nationaux en vue d'accroître la sûreté des nouveaux concepts de réacteurs au moyen de diverses activités conjointes. Le Canada est membre du comité du PMEC et du groupe de travail du PMEC sur le réacteur AP1000.

Dans le cadre des activités collaboratives du PMEC, des vidéoconférences/discussions techniques sur les onze (11) sujets d'intérêt de la phase 2 de l'examen du réacteur AP1000 CCSN-USNRC ont eu lieu, auxquelles ont aussi participé d'autres membres du groupe de travail du PMEC sur le réacteur AP1000.

Les sujets d'intérêt suivants ont été discutés en profondeur:

- Classification des structures, des systèmes et des composants

- Systèmes de contrôle et installation
- Systèmes de refroidissement d'urgence du cœur du réacteur et systèmes d'urgence d'évacuation de la chaleur
- Confinement et structures civiles importantes pour la sûreté
- Analyse de sûreté
- Protection contre l'incendie
- Robustesse et problèmes en cas de séisme
- Analyse du code informatique
- Système de gestion du processus de conception et assurance de la qualité de la conception et de l'analyse de la sûreté
- Facteurs humains

Les discussions portant sur de nombreux problèmes sélectionnés se sont avérées fructueuses et profitables, et ont aidé le personnel de la CCSN à déterminer les domaines respectifs de similarité ou de divergence en matière d'exigences réglementaires nationales entre la United States Nuclear Regulatory Commission (USNRC) et le cadre réglementaire de la CCSN.

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

Pour évaluer les sujets de l'examen, le personnel de la CCSN a principalement utilisé le même ensemble de critères qu'au cours de la phase 1 de l'examen. Ces critères apparaissent dans le document d'application de la réglementation *RD-337: Conception des nouvelles centrales nucléaires* – fournissant des attentes de conception qui sont neutres sur le plan technologique. Un nombre limité de sujets d'examen ont été évalués en regard de normes et documents d'application de la réglementation canadiens comme :

- *Le Règlement sur la radioprotection*
- Le document RD-310, *Analyses de la sûreté pour les centrales nucléaires*
- La norme CSA N286.2: *Design Quality Assurance for Nuclear Power Plants*

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

WEC a introduit de nombreux nouveaux éléments dans la conception du réacteur AP1000, comme des caractéristiques passives de sûreté, des clapets d'allumage, des pompes du circuit de refroidissement du réacteur cheminées, une rétention en système clos d'une fusion du cœur comme concept de gestion des accidents graves, et construction modulaire du réservoir de confinement, pour faire en sorte que la conception du réacteur AP1000 respecte les attentes actuelles en matière de conception et d'analyse de sûreté 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 sujets d'examen pour lesquels :



- les exigences des documents RD-337, RD-310 et S-294 : *Études probabilistes de sûreté* sont supérieures ou différentes des pratiques passées. Les exemples comprennent l'adoption d'objectifs de sûreté, l'application du critère de défaillance unique pour les systèmes de sûreté et les systèmes de soutien, les principes de caractéristiques inhérentes passives de sûreté en vue de minimiser la sensibilité aux événements, le système de contrôle du réacteur conçu pour répondre aux occurrences opérationnelles anticipées, le confinement conçu pour tenir compte des accidents graves, et la performance de l'équipement durant les accidents hors dimensionnement
- les changements à la conception, les nouvelles caractéristiques et dispositions sont intégrées dans la conception du réacteur AP1000 afin de répondre aux dernières attentes concernant la conception. L'examen visait à confirmer qu'il y a un lien entre le programme de recherche et développement sur le réacteur AP1000 proposé et les plans de mise à l'essai et d'analyse, permettant de démontrer le caractère adéquat de ces nouvelles caractéristiques et dispositions
- les caractéristiques de sûreté en suspens et les mesures de suivi génériques pour la technologie REP existante sont en cause.

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

Le personnel de la CCSN reconnaît, que tout au cours de la phase 2 de l'examen, le personnel de la WEC a fait preuve d'ouverture et de transparence et a fourni les renseignements disponibles sur de nombreux sujets d'intérêt en répondant avec diligence aux demandes de clarification et de renseignements supplémentaires de la CCSN. Toutefois, en ce qui touche deux sujets d'intérêt (robustesse/sécurité, ainsi que AHD et accidents graves), compte tenu de questions de sécurité liées à la USNRC, la transmission d'information entre la WEC et la CCSN n'a pas été possible; ce qui a eu des répercussions sur l'examen. La WEC et la CCSN ont décidé d'un commun accord que ces sujets d'intérêts seraient suivis de manière plus détaillée lors des prochaines phases de l'examen.

D'un commun accord, la CCSN et la WEC ont aussi décidé que les problèmes de transfert d'information doivent être réglés avant la prochaine phase de l'examen.

La collaboration entre la CCSN et la USNRC dans le cadre du P MEC a permis au personnel de la CCSN de mieux comprendre le processus d'homologation de la conception des É.-U., et de déterminer les domaines respectifs de similarité ou de divergences des exigences nationales des deux administrations en matière de réglementation.

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

- Un examen en profondeur de la robustesse et des aspects physiques de sécurité de la conception du réacteur AP1000 sera réalisé lors de futures phases d'examen une fois que les problèmes de transfert de l'information à sécurité protégée entre la CCSN et la WEC seront réglés.
- La WEC doit fournir plus d'information pour l'examen en profondeur des phénomènes d'AHD et d'accidents graves et des stratégies d'atténuation dans les futures phases d'examen.
- La WEC s'est engagée à réaliser une amélioration de la conception du système de contrôle et des installations en vue de satisfaire les exigences du document RD-337 liées au partage des systèmes de sûreté de l'instrumentation, aux systèmes d'arrêt d'urgence du réacteur et à la prévention de liaisons transversales entre les niveaux de défense en profondeur. La CCSN évaluera la mise en œuvre de ces améliorations de la conception du réacteur AP1000 lors de futures phases d'examen.
- La WEC doit prendre en compte les objectifs quantitatifs de sûreté des fréquences de rejets petits et grands conformément aux exigences du document RD-337 qui diffèrent de celles de la USNRC.
- La WEC doit fournir des justifications supplémentaires en ce qui touche le sujet d'intérêt de la criticité hors du cœur en regard de l'analyse des accidents de recriticité comme le précise le document RD-327: *Sûreté en matière de criticité nucléaire*.
- Les critères d'acceptation des doses du réacteur AP1000 pour différents états d'exploitation, y compris les accidents de dimensionnement sont ceux de la USNRC. La WEC devrait fournir des preuves supplémentaires de respect des limites canadiennes de doses comme le précise le document RD-337.

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

En résumé, la CCSN n'a pas déterminé d'obstacles fondamentaux à l'autorisation du réacteur AP1000 au Canada au niveau élevé de la phase 2 de l'examen. Une évaluation supplémentaire de la conception sera réalisée en tant que partie de la future phase 3 d'examen ou de la phase de demande de permis de construction.

Cette conclusion générale s'appuie sur les constatations suivantes :

- L'examen par le personnel de la CCSN des 20 sujets d'examen a permis de déterminer un certain nombre de conclusions importantes pour la plupart liées à des différences entre les exigences de conception de la USNRC et celles de la CCSN; en revanche, les discussions de la phase 2 de l'examen entre la WEC et la CCSN ont mené à des voies de résolution mutuellement acceptables.
- La WEC s'est engagée à effectuer une amélioration de la conception du système de contrôle et des installations en vue de respecter les exigences du document RD-337 liées

au partage des systèmes de sûreté de l'instrumentation, aux systèmes d'arrêt d'urgence du réacteur et à la prévention des liaisons transversales entre les niveaux de défense en profondeur

- La WEC s'est engagée à régler les problèmes de transfert de l'information pour les prochaines phases de l'examen.
- L'examen en profondeur des sujets d'intérêt touchés par les problèmes de transfert de l'information sera réalisé par la CCSN au cours de phases futures d'examen de la conception.

La CCSN effectuera le suivi de tous les engagements pris par la WEC dans la phase 2 de l'examen lors des futures phases d'examen de la conception.