



Date: 2026-02-02

Supplementary Information

Written Submission from CNSC Staff

In the matter of the

Status Report on Power Reactors

CNSC Staff Update to the Commission
on Elevated Heq R&D Activities

Commission Meeting

February 13, 2026

Renseignements supplémentaires

Mémoire du personnel de la CCSN

À l'égard du

Rapport d'étape sur les centrales nucléaires

Mise à jour du personnel de la CCSN
à l'intention de la Commission sur les
activités de R-D liées à l'Heq élevé

Réunion de la Commission

Le 13 février 2026

NOTE DE SERVICE

To Candace Salmon
À Greffe de la Commission

Classification de sécurité
Non classifié
Notre dossier : 6.02.04
Lien SharePoint : [3779UC3NXORX-1883431929-417](https://sharepoint.Industry-Canada.gc.ca/Lists/6.02.04/Items/3779UC3NXORX-1883431929-417)
Entièrement publiable (AIPRP) :
Oui

From **X**
De Alexandre Viktorov, Ph. D.
 Directeur général, Direction de la réglementation...

Document original en anglais signé le 22 décembre 2025 (Document ID: QQVZZNDK725-166150894-10180)

Objet Mise à jour du personnel de la CCSN à l'intention de la Commission à l'égard des activités de R-D sur les concentrations élevées de Heq

But

La présente note de service vise à présenter à la Commission les résultats de l'examen par le personnel de la CCSN des activités du programme de recherche et développement (R-D) d'OPG et de Bruce Power [1, 2]. Ces activités donnent suite à la découverte d'une concentration élevée d'hydrogène équivalent (Heq) dans des tubes de force dont l'exploitation prolongée dépassait 210 000 heures équivalentes pleine puissance (HEPP). La présente note de service comprend les conclusions du personnel de la CCSN à l'égard des résultats des activités de R-D et de la question de savoir si les titulaires de permis peuvent rétablir la conformité aux critères d'aptitude fonctionnelle visant les tubes de force établis en vertu de la condition de permis (CP) 6.1 (*Le titulaire de permis met en œuvre et tient à jour un programme d'aptitude fonctionnelle*) de leurs permis d'exploitation d'un réacteur de puissance respectifs. Elle énonce aussi les critères de vérification de la conformité révisés associés à la CP 6.2, qui demeureront dans les permis d'exploitation respectifs jusqu'à ce que la Commission modifie les permis visés.

Contexte

En 2021, Bruce Power a relevé des concentrations Heq dans les tubes de force dont l'exploitation dépassait 210 000 HEPP. Avant cette découverte, la CP 15.3, assortie de critères de vérification de la conformité (CVC), avait été incluse dans les permis d'exploitation d'OPG et de Bruce Power. Elle visait à confirmer que la ténacité à la rupture était adéquate avant de permettre l'exploitation de tubes de force présentant des concentrations de Heq supérieures à 120 parties par million (ppm). À la suite des audiences de la Commission tenues en mars 2023 et en février 2024, la Commission a déterminé que la CP 15.3 n'était plus pertinente. Par conséquent, elle a approuvé le retrait de la CP 15.3 et l'ajout de la nouvelle CP 6.2 (voir le [DEC 23-H103](#) et le [DEC 24-H5](#) [3, 4]), qui stipule ce qui suit :

Le titulaire de permis doit mettre en œuvre et tenir à jour un programme amélioré d'aptitude fonctionnelle pour les canaux de combustible en exploitation prolongée.

Les CVC, établis à la section 6.2 du manuel des conditions de permis (MCP) des centrales de Bruce-A et Bruce-B ainsi que de Pickering [5, 6], précisent les attentes du personnel de la CCSN à l'égard des titulaires de permis, qui doivent mettre en œuvre et tenir à jour un programme amélioré d'aptitude fonctionnelle visant à assurer la sûreté des tubes de force en exploitation prolongée et qui doivent aussi produire des rapports sur l'état d'avancement des activités de R-D. Les approches provisoires établies dans les CVC de la section 6.2 des MCP, qui visent à évaluer la sûreté de l'exploitation des tubes de force, arrivent à échéance le 31 décembre 2025. Bruce Power et OPG recommenceraient donc à utiliser les CVC établis à la section 6.1 des MCP pour évaluer l'aptitude fonctionnelle des tubes de force.

Le point sur l'état d'avancement des activités de R-D

Le personnel de la CCSN a confirmé que toutes les activités de R-D dont l'achèvement était prévu avant la fin de 2025 ont bien été terminées (voir le tableau 1). L'élaboration d'un modèle exhaustif de prévision des concentrations de Heq devrait être achevée, comme prévu, au printemps 2026 [1, 2]. Ce livrable n'a aucune incidence sur la capacité des titulaires de permis à appliquer les CVC associés à la CP 6.1 visant l'évaluation de l'aptitude fonctionnelle des tubes de force, puisque les analyses limitatives montrent que les zones de concentration élevée de Heq n'interagiront pas avec des défauts qui pourraient entraîner l'amorçage d'une fissure avant la fin du cycle de vie des tranches de Pickering et de Bruce.

Tableau 1 : État des engagements de Bruce Power et d'OPG liés aux activités du programme de R-D sur les concentrations de Heq

Activité de R-D	Date d'achèvement prévue (selon les CMD 22-M37.1 et 22-M37.3)	État actualisé des activités de R-D
Mettre à jour le logiciel des éléments finis pour simuler l'évolution des concentrations de Heq dans la zone du joint dudgeonné au point de sortie	Automne 2023	Les travaux sont terminés.
Mettre au point un logiciel des éléments finis pour simuler l'évolution des concentrations de Heq dans la zone du joint dudgeonné au point d'entrée	Automne 2023	Les travaux sont terminés.
Évaluer l'incidence potentielle des concentrations élevées de Heq sur les défauts de la surface intérieure des tubes de force près de la zone d'intérêt au point d'entrée	Automne 2023	Les travaux sont terminés.
Améliorer la caractérisation du « blip » et de l'évolution prévue des concentrations élevées de Heq dans la zone du point d'entrée en fonction de l'exploitation continue	Printemps 2024	Les travaux sont terminés.
Confirmer les effets potentiels de la pénétration et de la redistribution des isotopes de l'hydrogène sur l'évolution des zones de concentrations élevées de Heq au point d'entrée	Été 2023	Les travaux sont terminés.

Améliorer la caractérisation du comportement de solubilité des isotopes de l'hydrogène dans les tubes présentant des concentrations élevées de Heq	Hiver 2024	Les travaux sont terminés.
Améliorer la modélisation de la distribution des températures près de la zone du joint dudgeonné au point de sortie des tubes de force	Été 2023	Les travaux sont terminés.
Définir les paramètres d'entrée requis pour les mises à jour provisoires du modèle de concentrations de Heq	Été 2023	Les travaux sont terminés.
Mettre au point un modèle provisoire de concentrations de Heq	Automne 2024	Les travaux sont terminés.
Valider le modèle provisoire de concentrations de Heq afin d'appuyer la mise au point d'un modèle définitif et exhaustif	Automne 2025	Les travaux sont terminés.
Définir les paramètres d'entrée requis pour le modèle définitif et exhaustif de concentrations de Heq	Été 2025	Les travaux sont terminés.
Définir l'importance relative des variables ayant une influence sur l'évolution des concentrations de Heq	Automne 2025	Les travaux sont terminés.
Mettre au point le modèle définitif et exhaustif de concentrations de Heq	Printemps 2026	Progresse comme prévu
Effectuer des expériences sur l'amorçage des fissures par la présence d'hydrure dans des matériaux non irradiés soumis à des concentrations de Heq de 220 ppm ou plus	Automne 2024	Les travaux sont terminés.
Effectuer des expériences sur l'amorçage des fissures par la fatigue dans des matériaux non irradiés soumis à des concentrations de Heq de 220 ppm ou plus	Automne 2024	Les travaux sont terminés.
Effectuer des expériences sur l'amorçage des fissures dans des matériaux irradiés soumis à des concentrations élevées de Heq sans la présence de défauts.	Automne 2024	Les travaux sont terminés.
Effectuer des expériences sur l'amorçage et l'élargissement des fissures dans des matériaux irradiés soumis à des concentrations élevées de Heq et présentant des défauts.	Automne 2024	Les travaux sont terminés.

Résultats des activités de R-D

D'après l'examen du programme de R-D des titulaires de permis à ce jour, le personnel de la CCSN peut confirmer ce qui suit :

- Les titulaires de permis ont démontré que les zones de concentration élevée de Heq peuvent être reproduites au moyen de la modélisation des phénomènes suivants, sans qu'il soit nécessaire d'ajouter d'autres sources de pénétration d'isotopes de l'hydrogène :
 - Pour la zone au point de sortie : redistribution circonférentielle vers la partie supérieure d'un tube de force en raison d'un gradient circonférentiel de température découlant de la dérivation du caloporteur par-dessus les grappes de combustible.
 - Pour la zone au point d'entrée : point froid localisé sur la surface extérieure d'un tube de force en raison d'une voie de conductance thermique entre le tube de force et le tube de réseau du

bouclier d'extrémité de la calandre, en passant par le raccord d'extrémité, le palier lisse et le manchon de palier.

- La modélisation a démontré que les zones d'intérêt associées aux concentrations élevées de Heq ne dépasseront pas les définitions limitatives qui ont été adoptées dans le contexte de la CP 6.2 avant les dates prévues de réfection des réacteurs de Bruce-B et de Pickering-B.
- Les titulaires de permis ont prévu un processus permettant l'évaluation de l'aptitude fonctionnelle des tubes de force en fonction des CVC associées à la CP 6.1 :
 - Une modification du modèle d'amorçage de fissuration par hydruration retardée (FHR) a été mise en œuvre pour les concentrations de Heq supérieures à 120 ppm, en fonction des résultats d'essais des matériaux. Toutefois, d'après les essais, aucune modification n'était requise pour l'évaluation de l'amorçage de fissures par surcharge de la zone d'hydruration (SZH) ou par fatigue.
 - Une modification du modèle de ténacité à la rupture des tubes de force est mise en œuvre pour les matériaux d'extrémité avant qui présentent une concentration de Heq supérieure à 100 ppm d'après les essais des matériaux. À l'heure actuelle, le modèle suppose que tous les matériaux atteindront une résistance typique de la plage supérieure (maximale) à une température d'exploitation de 250 °C. Toutefois, les essais indiquent que les matériaux d'extrémité avant qui présentent une concentration de Heq plus élevée que 100 ppm n'atteignent pas le comportement typique de la plage supérieure à 250 °C. L'incidence d'une fluctuation de la température dans le contexte de la transition vers un comportement typique de la plage supérieure peut être gérée dans les évaluations requises conformément à la CP 6.1.

Par conséquent, le personnel de la CCSN conclut que les titulaires de permis ont démontré qu'ils disposent d'une trousse appropriée d'outils analytiques pour effectuer les évaluations requises conformément à la CP 6.1. Le personnel de la CCSN continuera d'examiner les documents relatifs à l'aptitude fonctionnelle des tubes de force soumis par OPG et Bruce Power, conformément aux programmes d'inspection périodique établis par les titulaires de permis ainsi qu'aux pratiques reconnues.

Poursuite des activités de R-D et surveillance par le personnel de la CCSN

Les activités de R-D se poursuivront, notamment afin d'affiner davantage les modèles de Heq, les essais de résistance à la fissuration à des concentrations élevées de Heq et les essais de ténacité à la rupture. On s'attend à ce que bon nombre de ces activités visent à donner suite à la prudence excessive des outils analytiques élaborés dans le cadre du programme actuel de R-D. Le personnel de la CCSN surveillera activement les résultats de ces activités, et les titulaires de permis sont tenus de soumettre des rapports d'événement si des constatations remettent en question la pertinence de la trousse d'outils analytiques nécessaires pour démontrer l'aptitude fonctionnelle des tubes de force.

Le personnel de la CCSN conclut qu'OPG et Bruce Power n'ont plus besoin des approches provisoires énoncées dans les CVC actuels associés à la CP 6.2 afin d'évaluer la sûreté des tubes de force en exploitation prolongée. Toutefois, les exigences minimales en matière de mesure de la concentration de Heq prévues aux termes de la norme CSA N285.4 ne sont pas suffisamment détaillées pour tenir compte des zones de concentration élevée de Heq près des marques de brunissage et pour caractériser ces zones. Par conséquent, les CVC associés à la CP 6.2 seront modifiés de sorte à compléter les CVC associés à la CP 6.1 afin d'accomplir ce qui suit :

- Clarifier les exigences de la norme CSA N285.8 à l'égard de l'évaluation des défauts près des marques de brunissage jusqu'à ce que la norme soit mise à jour de sorte à refléter les constatations du programme de R-D sur les concentrations élevées de Heq.

- Étayer les exigences minimales en matière de mesure de la concentration de Heq prévues aux termes de la norme CSA N285.4 pour caractériser les zones de concentration élevée de Heq près des marques de brunissement.
 - Dans le cas des réacteurs dont les tubes de force sont exploités au-delà de 210 000 HEPP, les titulaires de permis devraient établir un programme amélioré de surveillance de la concentration de Heq pour assurer l'échantillonnage par grattage de tubes de force en service ainsi que l'échantillonnage de tubes de contrôle retirés du service de manière à permettre de caractériser l'étendue axiale, circonférentielle et radiale des zones de concentration élevée de Heq près des joints d'assemblage aux points d'entrée et de sortie, lesquelles pourraient survenir en raison de gradients de température circonférentiels ou localisés. En conséquence, on s'attend à ce que :
 - les titulaires de permis collaborent avec des partenaires de l'industrie afin d'obtenir un échantillon élargi de données à partir de tubes de force retirés du service, ce qui pourrait permettre d'améliorer davantage le processus de modélisation
 - les titulaires de permis poursuivent les activités de surveillance des matériaux tant à partir des tubes de contrôle visés par le programme d'inspections planifiées qu'à partir des matériaux additionnels prélevés dans le cadre des arrêts aux fins de réfection

La CP 6.2 demeurera inscrite aux permis d'exploitation respectifs des titulaires de permis jusqu'à ce que ces derniers présentent à la Commission une demande de modifications des permis visés. Si un titulaire de permis choisit de demander la modification de son permis, le personnel de la CCSN examinera la demande et formulera sa recommandation à la Commission.

Après le 31 décembre 2025, le personnel de la CCSN mettra à jour la section 6.2 des MCP de Pickering ainsi que de Bruce-A et Bruce-B en conséquence en y incluant des CVC en vue de la mise en œuvre continue d'un programme amélioré d'aptitude fonctionnelle visant les canaux de combustible en exploitation prolongée.

Résumé

- Le personnel de la CCSN confirme que toutes les activités de R-D dont l'achèvement était prévu avant la fin de 2025 ont bien été terminées.
- Le personnel de la CCSN conclut que les titulaires de permis comprennent suffisamment bien les facteurs qui mènent à la formation des zones de concentration élevée de Heq et qu'ils ont suffisamment élargi leur trousse d'outils analytiques pour effectuer des évaluations de l'aptitude fonctionnelle conformément à la CP 6.1.
- Les titulaires de permis poursuivront leurs activités de R-D sur divers sujets, notamment afin d'affiner davantage les modèles de Heq, les essais de résistance à la fissuration à des concentrations élevées de Heq et les essais de ténacité à la rupture.
- La CP 6.2 demeurera inscrite aux permis d'exploitation des centrales de Bruce-A et Bruce-B ainsi que de Pickering, et le personnel de la CCSN mettra à jour la section 6.2 des MCP en conséquence.

Le personnel de la CCSN, de concert avec OPG et Bruce Power, présentera à la Commission une mise à jour détaillée visant l'état actuel du programme de R-D sur les concentrations de Heq lors d'une prochaine réunion publique de la Commission au printemps 2026.

Reconnaissance du consensus avec le directeur général :

J'aprouve

Je n'aprouve pas

Ramzi Jammal

Premier vice-président et CRO

Ramzi Jammal

Premier vice-président et CRO

Document original en anglais signé le 22 décembre 2025 (Document ID: QQVZZNDK725-166150894-10180)

Pièce jointe : Bordereau d'approbation - Note de service aux fins de mise à jour du personnel de la CCSN à l'intention de la Commission à l'égard des activités de R-D sur les concentrations élevées de Heq - décembre 2025, par le biais du processus d'approbation

c.c. : R. Jammal, D. Haslip, M. Rickard, A. Bulkam, R. Richardson, V. Tavasoli, B. Carroll, P. Szymanski et D. Carrière

Documents de référence :

1. Document à l'intention des commissaires, « OPG Response – Darlington and Pickering NGS – Request for an Update to the Commission on Activities Related to the Discovery of Elevated Hydrogen Equivalent Concentration (Heq) – New Action Item 2022-OPG-23135 », 19 juillet 2022, [CMD 22-M37.1](#), e-Doc [6858724](#).
2. Document à l'intention des commissaires, « Bruce A and B: Update to the Commission regarding Elevated Hydrogen Equivalent Concentrations - Action Item 2022-07-23135 », 19 juillet 2022, [CMD 22-M37.3](#), e-Doc [6858728](#).
3. Compte rendu de décision, « Demande de modification du permis d'exploitation d'un réacteur de puissance pour les centrales nucléaires de Bruce-A et de Bruce-B quant aux exigences relatives à l'aptitude fonctionnelle » de Bruce Power Inc., avril 2023, [DEC 23-H103](#), e-Doc [7144134](#).
4. Compte rendu de décision, « Demande de prolongation de l'exploitation des tranches 5 à 8 de la centrale nucléaire de Pickering jusqu'au 31 décembre 2026 » d'Ontario Power Generation Inc., octobre 2024, [DEC 24-H5](#), e-Doc [7426653](#).
5. Manuel des conditions de permis des centrales nucléaires de Bruce-A et Bruce-B, LCH-PR-18.04/2028-R005, 4 mars 2025, e-Doc [7474949](#).
6. Manuel des conditions de permis de la centrale nucléaire de Pickering, LCH-PR-48.00/2028-R008, 24 juin 2025, e-Doc [7525633](#).