



DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS (DDR) **n° 5000045295**

Date : 15 octobre 2019

N° de dossier : R707.1

Objet : Demande de renseignements concernant le projet intitulé « *Examen du fondement de l'établissement des critères d'acceptation relatifs à la mécanique probabiliste de la rupture* »

1. Contexte et objectif de la présente DDR

La présente demande de renseignements vise à obtenir de l'information avant de définir les exigences et de finaliser la stratégie d'approvisionnement en vue du projet à l'étude mené par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

Les détails du projet et les exigences pour celui-ci sont décrits plus en détail à l'annexe A – Énoncé des travaux pour la DDR.

2. Nature de la présente DDR

La demande de renseignements (DDR) vise seulement à obtenir les observations de l'industrie sur les points qui sont abordés dans la DDR; elle ne constitue pas une demande de propositions et aucun accord/contrat ne sera conclu/attribution après la réception des renseignements et, elle ne doit pas être considérée comme étant une autorisation du Canada d'initier le travail. Cette DDR ne doit nullement être considérée comme une autorisation donnée par la CCSN aux répondants d'entreprendre tout travail qui entraînerait des frais pour la CCSN. La CCSN ne peut être tenue responsable des coûts, frais ou dépenses engagés par les répondants et par toute autre tierce partie pour la préparation ou la présentation d'une réponse à la présente DDR, et elle ne remboursera aucune de ces éventuelles dépenses.

Aucun élément dans la présente DDR ne doit être interprété comme un engagement à émettre une demande de propositions. Les réponses à cette DDR ne créeront aucune obligation. La CCSN ne sera liée d'aucune façon par le contenu de la présente DDR. Les répondants ne seront pas non plus liés par un élément ou l'autre de leur réponse.

3. Nature et présentation des réponses demandées

Les répondants sont priés de répondre aux questions présentées à la section 5.

4. Traitement des réponses

- a) **Utilisation des réponses :** Les réponses ne feront pas l'objet d'une évaluation officielle. La CCSN conservera de manière confidentielle (sous réserve des dispositions législatives applicables) toutes les réponses qu'elle recevra dans le cadre de cette demande de renseignements et qui demeureront sa propriété une fois reçues. Les répondants doivent cependant prendre note que les renseignements obtenus dans le cadre de cette DDR pourraient être utilisés pour élaborer des documents concernant une future demande de propositions. La CCSN examinera toutes les réponses reçues avant la date de clôture de la DDR. Toutefois, si elle le juge opportun, elle pourra

examiner les réponses reçues après la date de clôture. Les fournisseurs qui choisiront de ne pas répondre à cette DDR ne seront en rien pénalisés s'ils décident de soumettre ultérieurement une offre dans le cadre d'une éventuelle demande de propositions.

- b) **Confidentialité** : Les répondants doivent indiquer les parties de leur réponse qu'ils jugent de nature exclusive ou confidentielle. La CCSN traitera les réponses conformément aux dispositions de la *Loi sur l'accès à l'information*.
- c) **Activités de suivi** : La CCSN peut, à sa discrétion, communiquer avec tout répondant pour assurer un suivi, poser des questions ou obtenir des précisions supplémentaires à l'égard de tout aspect d'une réponse.

5. Questions aux parties intéressées à la présente DDR

- 1) Est-ce que vous ou votre organisation êtes capable d'offrir les services décrits à l'annexe A – Énoncé des travaux et souhaitez-vous présenter une soumission pour toute demande qui pourrait être publiée concernant l'énoncé des travaux (EDT)?
- 2) Les travaux pourront-ils être effectués en respectant les délais prévus des livrables et des jalons de l'EDT et le budget, évalué à 60 000,00 \$ canadiens, excluant les taxes applicables, mais incluant tous les frais de déplacement, etc.?
- 3) Quels sont les efforts qui seraient déployés pour réaliser les travaux (en jours-personnes)?
- 4) Quelles ressources (humaines ou autres) sont requises pour réaliser les travaux, incluant l'expérience et les qualifications?
- 5) L'Énoncé des travaux est-il clair et raisonnable?
- 6) Avez-vous des commentaires ou des préoccupations concernant l'EDT, ou encore des suggestions pour l'améliorer?

6. Transmission des réponses aux questions envoyées aux parties intéressées

- a) **Destinataire** : Les réponses doivent être envoyées par courriel à:

cncs.solicitation-demandedesoumission.ccsn@canada.ca
- b) **Date de clôture pour présenter une réponse** : Les fournisseurs qui désirent présenter une réponse doivent la faire parvenir au plus tard 14h00 (HNE), mardi le 5 novembre, 2019.
- c) **Responsabilité relative à la présentation des réponses dans les délais prévus** : Il incombe entièrement à chaque répondant de s'assurer que sa réponse est présentée à temps, conformément aux directives présentées dans la présente DDR.
- d) **Langue des réponses** : Les réponses peuvent être fournies en français ou en anglais, au choix du répondant.

7. Coûts liés à la préparation des réponses

La CCSN ne remboursera pas aux répondants les frais engagés pour répondre à la présente DDR.

8. Demandes d'information

Comme il ne s'agit pas d'une demande de propositions, la CCSN ne répondra pas nécessairement par écrit aux demandes d'information ou ne diffusera pas nécessairement les réponses à tous les éventuels fournisseurs ou répondants. Toutefois, les répondants qui ont des questions relatives à la présente DDR peuvent s'adresser par courriel à cpsc.solicitation-demandedesoumission.ccsn@canada.ca.

ANNEXE A – ÉNONCÉ DES TRAVAUX

1.0 Titre

Examen du fondement de l'établissement des critères d'acceptation relatifs à la mécanique probabiliste de la rupture (R707.1)

2.0 Objectifs

L'entrepreneur doit viser les objectifs suivants :

- 2.1 Résumer l'examen des efforts décrits dans les documents du domaine public afin d'élaborer des critères d'acceptation pour les applications de la mécanique probabiliste de la rupture. Souligner les points communs et les différences dans les considérations qui constituent le fondement des critères d'acceptation.
- 2.2 Formuler des recommandations au personnel de la CCSN sur l'adoption ou l'élaboration de critères d'acceptation relatifs aux évaluations de la mécanique probabiliste de la rupture destinées à différentes applications compte tenu des exigences réglementaires associées aux principes de défense en profondeur dans le contexte des centrales nucléaires.
- 2.3 Si les applications nécessitent l'élaboration de critères d'acceptation qui satisfont aux marges de sûreté prévues dans les codes de conception déterministes existants, formuler des recommandations au personnel de la CCSN afin de faciliter l'établissement d'une mesure d'équivalence entre les critères d'acceptation déterministes existants et les critères d'acceptation probabilistes proposés.
- 2.4 Résumer les incohérences sur le plan de l'élaboration ou de l'utilisation des critères d'acceptation relatifs à la mécanique probabiliste de la rupture relevées dans les documents du domaine public qui décrivent les évaluations de la mécanique probabiliste de la rupture destinées aux applications de l'industrie nucléaire et discuter des incidences potentielles de ces incohérences en ce qui a trait au fondement d'autorisation actuel des centrales nucléaires canadiennes.
- 2.5 Offrir de l'orientation au personnel de la CCSN de manière à veiller à ce que les critères d'acceptation soient fondés sur les principes appropriés de la théorie de la fiabilité et discuter des conséquences de la dérogation à ces principes.

3.0 Contexte

En raison du conservatisme apparent des applications traditionnelles de la mécanique déterministe de rupture adopté dans les codes, les normes et les lignes directrices visant l'évaluation des composants des enveloppes sous pression des centrales nucléaires, l'industrie nucléaire continue d'explorer l'adoption de méthodes relatives à la mécanique probabiliste de la rupture. Le développement d'outils logiciels de mécanique probabiliste de la rupture et la vérification et la validation de ces outils ont fait l'objet d'une grande attention. Bien qu'il reste encore des défis à relever dans ces domaines, il semble qu'on ait consacré beaucoup moins d'efforts à l'élaboration du fondement technique des critères d'acceptation qui

peuvent être adoptés dans les codes, normes et règlements de l'industrie. À ce jour, l'élaboration des critères d'acceptation semble se faire de façon ponctuelle.

Lors de la conceptualisation des nouvelles applications visant l'utilisation de la mécanique probabiliste de la rupture en vue d'évaluer les effets du vieillissement des composants d'enveloppes sous pression, les organismes de réglementation doivent tenir compte des critères d'acceptation comportant des marges de sûreté qui correspondent aux fondements d'autorisation des centrales nucléaires. À l'heure actuelle, les règlements, les normes et les codes ne prescrivent généralement pas de critères d'acceptation permettant une application directe des évaluations de la mécanique probabiliste de la rupture en vue de satisfaire aux exigences d'autorisation des centrales nucléaires. Souvent, les décisions relatives à la probabilité ou à la fréquence acceptable de défaillance sont prises en fonction de scénarios particuliers.

Lorsqu'il établit les critères d'acceptation des décisions réglementaires, le personnel de la CCSN doit tenir compte de l'intention de l'application par rapport au niveau approprié de défense en profondeur. Les cinq niveaux de défense en profondeur décrits dans le REGDOC-2.5.2, *Conception d'installations dotées de réacteurs : Centrales nucléaires* peuvent être résumés comme suit :

Niveau 1 : Prévenir les fonctionnements anormaux et les défaillances des systèmes, structures et composants (SSC) importants sur le plan de la sûreté

Niveau 2 : Détecter et corriger les écarts par rapport à l'exploitation normale pour empêcher que les incidents de fonctionnement prévus (IFP) ne se transforment en conditions d'accident, et remettre la centrale dans un état d'exploitation normale

Niveau 3 : Atténuer les conséquences des accidents en mettant en place des caractéristiques inhérentes de sûreté, des conceptions à sûreté intégrée, de l'équipement additionnel et des procédures d'atténuation

Niveau 4 : Veiller à ce que les rejets de matières radioactives causés par des accidents graves demeurent au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre

Niveau 5 : Atténuer les conséquences radiologiques de tout rejet possible de matières radioactives après un accident

Pour mettre les choses en perspective, une évaluation de la mécanique de la rupture utilisée pour démontrer l'intégrité structurale d'un composant d'enveloppe sous pression serait classée au niveau 1. Ce type d'évaluation pourrait servir à démontrer la capacité d'un composant comportant un défaut de résister à la charge appliquée tout en maintenant les marges de sûreté inhérentes au code de conception. Une évaluation de la mécanique de la rupture à l'appui d'une analyse de la sûreté d'un accident de perte du réfrigérant primaire (APRP) serait classée au niveau 3 ou 4. Une telle évaluation pourrait comprendre la démonstration qu'il est très improbable qu'une rupture guillotine double ne survienne dans des conditions de charge de dimensionnement ou que la fréquence ou la probabilité de défaillance prévue des composants est suffisamment faible pour ne pas dépasser les cibles de fréquence d'endommagement du cœur ou de fréquence de rejets importants. Bien que les critères d'acceptation de niveau 3 ou 4 puissent souvent être liés directement à des paramètres probabilistes ou fondés sur la fiabilité, les codes de conception actuels ne présentent généralement pas les marges de sûreté sous forme de probabilité ou de

fiabilité, ce qui peut compliquer l'adoption des évaluations de l'intégrité structurale de niveau 1 axées sur la mécanique probabiliste de la rupture.

En plus des considérations liées au Cadre de réglementation, il faut également tenir compte du respect des principes de la théorie de la fiabilité. Par exemple, on peut prendre en compte un système ou un composant en tant que système réparable ou non réparable, ce qui peut avoir dans le contexte de la théorie de la fiabilité une incidence sur la détermination du paramètre approprié à utiliser comme fondement pour les critères d'acceptation (probabilité cumulative, taux de défaillance, fréquence de défaillance, taux de risque, etc.).

Le personnel de la CCSN a observé que bon nombre de publications du domaine public présentent des descriptions contradictoires des critères d'acceptation proposés pour les évaluations fondées sur la mécanique probabiliste de la rupture parce que les concepts de défense en profondeur et de théorie de la fiabilité ne sont pas rigoureusement pris en compte. On associe souvent la valeur numérique de 1×10^{-6} aux critères d'acceptation; toutefois, dans certaines publications, on cite cette valeur en tant que fréquence annuelle de défaillance alors que, dans d'autres publications, on y réfère en tant que probabilité cumulative de défaillance pour la vie d'un composant. Parfois, la valeur de 1×10^{-6} sert de critère d'acceptation relatif aux analyses dont les critères de jugement des évaluations peuvent être différents. Par exemple, le critère de jugement peut être fondé sur la fréquence de la formation de fissures traversant la paroi ou la fréquence de rupture d'un composant. Ces critères de jugement ne sont pas nécessairement identiques si l'on peut démontrer qu'il est possible qu'une fissure stable traversant la paroi soit présente sans qu'elle aboutisse immédiatement à une rupture.

4.0 Portée des travaux

L'entrepreneur doit réaliser un examen des documents du domaine public provenant de diverses sources afin d'atteindre l'objectif susmentionné. L'examen doit comprendre une synthèse des activités de l'industrie nucléaire mondiale liées à ce qui suit :

- l'orientation relative à l'élaboration de critères d'acceptation relatifs aux évaluations de la mécanique probabiliste de la rupture
- les considérations liées à la défense en profondeur dans l'élaboration de critères d'acceptation
- l'application des concepts de la théorie de la fiabilité à l'appui de l'élaboration de critères d'acceptation appropriés
- des recommandations d'améliorations visant à assurer la cohérence dans l'élaboration de critères d'acceptation qui répondent aux exigences réglementaires de la CCSN

L'entrepreneur doit produire un rapport final consignant les résultats de l'examen portant sur les objectifs du projet.

Voici des documents qui peuvent servir de points de départ pour l'examen :

- REGDOC-2.5.2, *Conception d'installations dotées de réacteurs : centrales nucléaires* de la CCSN
- REGDOC-2.4.1, *Analyse de la sûreté, Analyse déterministe de la sûreté* de la CCSN

- REGDOC-2.4.2, *Analyse de la sûreté, Études probabilistes de sûreté (EPS) pour les centrales nucléaires* de la CCSN
- Norme du Groupe CSA N285.8, *Exigences techniques relatives à l'évaluation en service des tubes de force en alliage de zirconium dans les réacteurs CANDU*
- NUREG-1874, *Recommended Screening Limits of Pressurized Thermal Shock (PTS)* de la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis (en anglais seulement)
- Ébauche : *Important Aspects of Probabilistic Fracture Mechanics Analysis*, P. Raynaud, M. Kirk, M. Benson et M. Homiack (en anglais seulement)
- Electric Power Research Institute, Materials Reliability Program MRP-362, *Technical Basis for ASME Section XI Code Case on Flaw Tolerance of Cast Stainless Steel (CASS) Piping* (en anglais seulement)
- xLPR Version 2.0 Technical Basis Document, *Acceptance Criteria* (en anglais seulement)
- Rapport de recherche de la CCSN R617.1, *Technical Basis of a Probabilistic Method for PT-CT Contact Assessment* (en anglais seulement)
- Actes du Congrès sur les cuves et la tuyauterie sous pression de l'American Society of Mechanical Engineers (en anglais seulement)

5.0 Travaux à accomplir

L'entrepreneur doit faire ce qui suit :

- 5.1 Dresser une liste exhaustive des documents de référence décrivant les efforts internationaux qui peuvent servir de fondement aux objectifs de l'examen.
- 5.2 Résumer la mesure dans laquelle l'intention des différents niveaux de défense en profondeur a été prise en compte dans l'établissement des critères d'acceptation proposés ou actuellement mis en œuvre dans le contexte des évaluations de la mécanique probabiliste de la rupture.
- 5.3 Formuler des recommandations au personnel de la CCSN dans le cadre de l'évaluation des critères d'acceptation relatifs aux évaluations de la mécanique probabiliste de la rupture de sorte que l'intention des niveaux de défense en profondeur soit respectée.
- 5.4 Résumer les travaux accomplis pour démontrer l'équivalence des critères d'acceptation probabilistes par rapport aux marges de conception déterministes dans les codes et normes nucléaires et formuler des recommandations au personnel de la CCSN en vue de l'adoption potentielle de tels critères d'acceptation à l'avenir.
- 5.5 Résumer les travaux accomplis en vue d'établir des critères d'acceptation probabilistes pour les évaluations de la mécanique probabiliste de la rupture axées sur l'analyse de la sûreté et formuler des recommandations au personnel de la CCSN en vue de l'adoption potentielle de tels critères d'acceptation à l'avenir.

- 5.6 Résumer les points communs et les incohérences dans l'élaboration ou l'utilisation de critères d'acceptation probabilistes pour les applications de la mécanique probabiliste de la rupture visées par les documents du domaine public. Pour chaque incohérence relevée, discuter de l'incidence potentielle sur les marges de sûreté réglementaires.
- 5.7 Résumer les principes de la théorie de la fiabilité pertinents aux applications de la mécanique probabiliste de la rupture qui devraient être pris en compte dans le contexte des applications de l'industrie nucléaire et formuler des recommandations pour s'assurer que ces principes soient respectés durant l'élaboration des critères d'acceptation relatifs à la mécanique probabiliste de la rupture.

6.0 Livrables

Tous les produits livrables doivent être soumis au responsable du projet et au responsable technique.

6.1 Réunion de démarrage

Date : Dans les 14 jours civils suivant l'adjudication du contrat

Emplacement : Administration centrale de la CCSN, Ottawa, OU par télé/vidéoconférence

Objectif : Préciser l'approche préconisée, le plan de travail et le calendrier des travaux pour l'atteinte des objectifs du contrat. L'entrepreneur doit faire un exposé en ce sens.

6.2 Réunions sur l'état d'avancement des travaux

Dates : Tous les 60 jours civils pour la durée du contrat

Emplacement : Administration centrale de la CCSN, Ottawa, OU par télé/vidéoconférence

Objectif : Évaluer dans quelle mesure les objectifs convenus sont atteints comme prévu et faciliter les ajustements nécessaires (au besoin), en temps opportun, pour assurer la réussite du projet. Les réunions sur l'état d'avancement des travaux doivent être suivies d'une correspondance par courriel faisant la synthèse de l'état d'avancement des activités du projet et des ententes conclues durant les réunions sur l'état d'avancement des travaux.

6.3 Premier rapport d'étape officiel

Le rapport d'étape doit rendre compte des travaux réalisés jusqu'à mi-chemin de la période du contrat, selon le calendrier de projet convenu lors de la réunion de démarrage du projet. Le rapport doit aussi comprendre ce qui suit :

- un sommaire comprenant des conclusions préliminaires et des recommandations
- une table des matières

- un résumé succinct des conclusions formulées à ce jour dans le cadre de l'examen

Échéance : Cinq (5) mois suivant l'adjudication du contrat

Copies : Une copie électronique par courriel au chargé de projet

6.4 Ébauche de rapport final

Échéance : Onze (11) mois suivant l'adjudication du contrat

Copies : Une copie électronique par courriel au chargé de projet

Format et style : Comme le précise le rapport final; toutefois, une version compatible avec Adobe Acrobat Reader DC n'est pas requise.

6.5 Présentation

Échéance : Onze (11) mois suivant l'adjudication du contrat

Emplacement : Administration centrale de la CCSN, à Ottawa.

Objectif : Présenter les constatations, les conclusions et les recommandations du projet documentées dans l'ébauche du rapport présenté au personnel de la CCSN et aux parties intéressées de l'industrie.

6.6 Rapport final

Échéance : Douze (12) mois suivant l'adjudication du contrat.

Copies : Une copie électronique par courriel au chargé de projet

6.7 Résumé

Échéance : Douze (12) mois suivant l'adjudication du contrat.

Copies : Une copie électronique par courriel au chargé de projet

Exigences en matière de format et de style: 300 mots ou moins fournissant une déclaration autonome qui communique les informations essentielles du rapport final. Le résumé doit inclure les éléments suivants: a) le contexte; b) but / objectif de la recherche; c) approche / portée / méthode / constatations. Le résumé doit être rédigé dans un style facilement compréhensible par le grand public. La CCSN se réserve le droit de modifier ou de traduire le résumé en français ou en anglais.

7.0 Format des produits livrables

L'entrepreneur doit fournir les produits livrables dans les formats suivants:

- électronique;
- en utilisant la police Times New Roman 12;
- MS Office 2010 ou version ultérieure (Word, Project, PowerPoint, Excel, Visio);
- format PDF.

Tous les fichiers électroniques qui ne peuvent pas être lus ou qui nécessitent des changements de formatage importants à l'ouverture ne sont pas acceptables et seront retournés à l'entrepreneur pour correction à ses frais. La CCSN se réserve le droit de distribuer le rapport final publiquement à sa discrétion. Le (s) numéro (s) de publication de la CCSN seront fournis par la CCSN.

8.0 Langue de travail

L'entrepreneur doit réaliser et livrer les travaux en anglais.

9.0 Exigences relatives aux déplacements

L'entrepreneur doit présenter sa présentation finale à l'administration centrale de la CCSN à Ottawa (Ontario). Il pourrait être tenu de se rendre à Ottawa (Ontario). Les frais de déplacement seront inclus dans la valeur à prix fixe du contrat.

10.0 Lieu de travail

Toutes les tâches doivent être accomplies dans les bureaux de l'entrepreneur. L'entrepreneur doit faire sa présentation finale à l'administration centrale de la CCSN à Ottawa (Ontario). La réunion de démarrage et les réunions sur l'état d'avancement des travaux (livrables 6.1 et 6.2) peuvent se tenir par télé/vidéoconférence.