



Novembre 2017

Sommaire de la phase 1
**Examen préalable de la conception
du réacteur intégral à sels fondus –
400 de Terrestrial Energy Inc.**



Sommaire

Un examen préalable à l'autorisation d'une nouvelle centrale nucléaire, également appelé examen de la conception de fournisseur (ECF), offre au personnel de la CCSN la possibilité d'évaluer une conception avant la réalisation d'activités d'autorisation qui utiliserait cette conception, permettant ainsi aux fournisseurs d'identifier les problèmes potentiels qui devront être réglés. La phase 1 d'un ECF sert à déterminer si le fournisseur a fait la démonstration de son intention à se conformer aux exigences de la CCSN dans ses processus de conception et ses résultats.

La CCSN a terminé la phase 1 de l'ECF pour le réacteur intégral à sels fondus de 400 mégawatts thermiques (IMSR400) de Terrestrial Energy Inc. (TEI). Après avoir examiné la documentation soumise, le personnel de la CCSN a conclu ce qui suit :

- TEI a démontré qu'elle comprend les exigences de la CCSN applicables à la conception et à l'analyse de la sûreté du réacteur IMSR400.
- TEI a démontré son intention de se conformer aux exigences réglementaires et aux attentes de la CCSN à l'égard des centrales nucléaires. TEI a démontré qu'elle entend justifier adéquatement l'utilisation de solutions de rechange afin de respecter les exigences en matière de conception décrites à la section 11 du document REGDOC-2.5.2, *Conception d'installations dotées de réacteurs : Centrales nucléaires*, selon lesquelles :
 - la solution de rechange assurerait un niveau de sûreté équivalent ou supérieur, ou
 - l'application des exigences du REGDOC-2.5.2 ne respecte pas la finalité intrinsèque ou n'est pas nécessaire pour respecter la finalité intrinsèque
- TEI intégrera les leçons tirées de l'accident de Fukushima dans les dispositions relatives à la conception du réacteur IMSR.
- TEI doit procéder à des travaux supplémentaires pour répondre aux constatations soulevées dans le cadre de cet examen, notamment la nécessité d'établir des processus rigoureux dont la qualité est assurée pour les activités de conception et d'analyse de la sûreté.

Contexte

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 santé, la sûreté et la sécurité, 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 à l'autorisation de la conception de réacteurs de fournisseur, également appelé examen de la conception de fournisseur (ECF), est un examen général d'une technologie de réacteur proposée. 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 la Commission et ne les rendront pas obligatoires.

L'examen a pour objectif de présenter au fournisseur une rétroaction au début du processus sur les exigences réglementaires et les attentes du Canada en lien avec la conception de réacteur. La CCSN exigera un examen beaucoup plus détaillé de la conception et du dossier de sûreté rattachés à une demande de permis en particulier pour construire une centrale nucléaire sur un site en particulier. Le processus d'ECF offre des avantages aux Canadiens, car il permet au personnel de la CCSN :

- de comprendre les répercussions de nouvelles approches technologiques
- de cerner les défis associés à l'interprétation des exigences
- d'élaborer des positions réglementaires, selon les besoins

Terrestrial Energy Inc. conçoit actuellement un réacteur intégral à sels fondus de 400 mégawatts thermiques (IMSR400), dont la puissance électrique nette est d'environ 200 mégawatts. La conception du réacteur IMSR400 repose sur l'expérience en exploitation acquise dans le cadre d'efforts de recherche et de développement, comme l'expérimentation effectuée avec un réacteur à sels fondus qui a été exploité à Oak Ridge dans le cadre du programme de réacteur à sels fondus du Oak Ridge National Laboratory.

En février 2016, la CCSN et TEI ont signé une entente de services pour entreprendre la phase 1 de l'ECF du réacteur IMSR400. Le rapport d'examen de la phase 1 décrit le processus d'examen appliqué ainsi que les constatations découlant de l'évaluation et les conclusions de l'examen.

Vue d'ensemble du processus d'examen de la conception de fournisseur

Le document d'orientation de la CCSN GD-385, *Examen de la conception d'un réacteur de fournisseur préalable à l'autorisation*, décrit le processus d'ECF offert par la CCSN en vue d'évaluer la conception d'une nouvelle centrale nucléaire ou d'un petit réacteur d'un fournisseur. L'examen tient compte des domaines de conception liés à la sûreté du réacteur, à la sécurité et aux garanties.

Ce processus d'ECF offre la possibilité de déterminer, tôt dans le processus, les problèmes techniques et réglementaires potentiels dans le processus de conception, et plus particulièrement ceux qui pourraient entraîner des changements importants dans la conception ou l'analyse de la sûreté. L'examen permet de vérifier si la conception respecte l'intention des exigences relatives à la conception et à l'analyse de la sûreté qui sont décrites dans le REGDOC-2.5.2, *Conception d'installations dotées de réacteurs : Centrales nucléaires*, ou le document RD-367, *Conception des installations dotées de petits réacteurs*, et d'autres documents d'application de la réglementation et normes applicables.

L'ECF est divisé en trois phases exigeant chacune des renseignements techniques plus détaillés.

- **Phase 1 : Évaluation de la conformité aux exigences réglementaires.** La conception théorique doit être terminée et décrite. Pour un ensemble distinct de domaines d'intérêt, le personnel de la CCSN évalue de quelle façon les processus de conception du fournisseur démontrent l'intention de respecter les exigences de la CCSN.
- **Phase 2 : Détermination des obstacles fondamentaux potentiels 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.
- **Phase 3 : Suivi de la phase 2.** Cette phase porte sur un examen plus poussé de domaines d'intérêt sélectionnés par le fournisseur en lien avec un permis de construction.

Le processus d'ECF comprend 19 domaines d'intérêt standard :

Domaine d'intérêt	Description
1	Description générale de l'installation, défense en profondeur, objectifs et buts en matière de sûreté, critères d'acceptation des doses
2	Classification des structures, systèmes et composants (SSC)
3	Conception nucléaire du cœur du réacteur
4	Conception et qualification du combustible
5	Systèmes de contrôle et salles de commande
6	Systèmes d'arrêt d'urgence du réacteur
7	Systèmes de refroidissement d'urgence du cœur du réacteur et systèmes d'évacuation d'urgence de la chaleur
8	Enceinte de confinement, structures de confinement et ouvrages de génie civil importants pour la sûreté
9	Atténuation des conditions additionnelles de dimensionnement
10	Analyses de la sûreté (analyse déterministe de la sûreté, étude probabiliste de sûreté) et dangers internes et externes
11	Conception des enveloppes sous pression
12	Protection contre les incendies
13	Radioprotection

14	Criticité hors cœur
15	Robustesse, garanties et sécurité
16	Programme de recherche et développement du fournisseur
17	Système de gestion du processus de conception et assurance de la qualité dans l'analyse de la conception et de la sûreté
18	Facteurs humains
19	Intégration du déclassement dans la conception

Application du REGDOC-2.5.2 à une technologie de réacteur aux sels fondus

Même si le document d'application de la réglementation REGDOC-2.5.2, *Conception d'installations dotées de réacteurs : Centrales nucléaires* a été rédigé afin d'être neutre sur le plan technologique dans la mesure du possible, il regroupe une vaste expérience découlant de l'exploitation des réacteurs refroidis à l'eau. Il est reconnu que des technologies particulières peuvent utiliser des solutions de rechange. Si une conception autre qu'un réacteur refroidi à l'eau doit être examinée pour la délivrance d'un permis au Canada, elle sera assujettie aux objectifs de sûreté, aux concepts importants pour la sûreté et aux principes de gestion de la sûreté associés au REGDOC-2.5.2. Le personnel de la CCSN reconnaît que dans certains cas, les exigences ou l'orientation existantes ne sont pas appropriées ou entièrement applicables aux réacteurs qui ne sont pas refroidis à l'eau. Le jugement professionnel ainsi que des processus transparents seront utilisés pour veiller à ce que l'application des exigences du REGDOC-2.5.2, ou les écarts par rapport à ces exigences, soient traitées de manière juste et uniforme afin d'atteindre le niveau de sûreté requis.

Résultats de la phase 1 de l'examen de la conception

Après avoir examiné la documentation soumise, le personnel de la CCSN a conclu ce qui suit :

- TEI a démontré qu'elle comprend les exigences de la CCSN applicables à la conception et à l'analyse de la sûreté du réacteur IMSR400.
- TEI a démontré son intention de se conformer aux exigences réglementaires et aux attentes de la CCSN à l'égard des centrales nucléaires. TEI a démontré qu'elle entend justifier adéquatement l'utilisation de solutions de rechange afin de respecter les exigences en matière de conception décrites à la section 11 du REGDOC-2.5.2, selon lesquelles :
 - la solution de rechange assurerait un niveau de sûreté équivalent ou supérieur, ou
 - l'application des exigences du REGDOC-2.5.2 ne respecte pas la finalité intrinsèque ou n'est pas nécessaire pour respecter la finalité intrinsèque
- TEI intégrera les leçons tirées de l'accident de Fukushima dans les dispositions relatives à la conception du réacteur IMSR.

- TEI doit aussi répondre aux constatations soulevées dans le cadre de cet examen, notamment la nécessité d'établir des processus rigoureux dont la qualité est assurée pour les activités de conception et d'analyse de la sûreté.

TEI reconnaît que les activités de recherche-développement joueront un rôle important afin de justifier l'utilisation des solutions de rechange et s'ajouteront à l'expérience en exploitation pertinente.

Voici un résumé des constatations qui nécessiteront un suivi de la part de TEI dans le cadre de futurs examens :

1. TEI doit fournir des preuves supplémentaires indiquant qu'un processus systématique documenté est en place afin d'appuyer les activités de conception. TEI travaille à l'établissement de processus dont la qualité est assurée pour les activités de conception et d'analyse de la sûreté, mais de nombreux documents modèles pour le processus de conception, comme des guides de conception de la sûreté et des documents sur les spécifications en matière de sûreté, sont encore en cours d'élaboration. Pour la phase 2, TEI doit démontrer qu'elle a établi suffisamment de processus systématiques dans son système de gestion pour appuyer les activités de développement continues.
2. De manière générale, les caractéristiques de sûreté sont encore au niveau théorique de la conception et nécessiteront des renseignements techniques supplémentaires basés sur la recherche et le développement ainsi que sur les activités de conception pour démontrer ce qui suit :
 - les prévisions concernant la performance et la fiabilité des systèmes sont proportionnelles à une fonction de sûreté
 - les spécifications concernant la conception des SSC importants pour la sûreté sont adéquates
 - le rôle d'une centrale qui sera la première du genre à l'intérieur du programme de recherche et développement, dans le but de produire les données nécessaires pour mieux appuyer les marges de sûreté et la conduite de l'exploitation dans divers états de la centrale
3. Compte tenu de la conception novatrice du réacteur IMSR400, certaines caractéristiques de la conception nécessiteront un examen plus approfondi :
 - TEI reconnaît que d'autres travaux sont nécessaires pour prédire le comportement du cœur en présence de composants internes endommagés dans le cœur. Le personnel de la CCSN reconnaît également que la définition de dommages au cœur donnée dans le REGDOC-2.5.2, ainsi que les objectifs en matière de sûreté connexes, pourraient ne pas s'appliquer à la conception d'un réacteur IMSR. Le personnel de la CCSN vérifie en ce moment si des modifications au REGDOC-2.5.2 sont requises.
 - TEI a émis l'hypothèse que la défaillance de la cuve du cœur constituerait un accident grave. Même si le personnel de la CCSN convient qu'il pourrait s'agir d'une position acceptable, TEI doit terminer son analyse afin de décrire ce qui constitue un dommage au cœur pour le réacteur IMSR. Des travaux de

confirmation effectués dans le cadre de l'analyse de la sûreté pourraient mener à une meilleure compréhension des accidents graves.

- Le contrôle de la puissance du réacteur se fait indirectement en évacuant la chaleur au moyen de sources froides des côtés primaire et secondaire, en se fiant sur la contre-réaction de puissance négative de réactivité du cœur. Dans la phase 2, TEI devra indiquer de quelle façon elle entend valider les prédictions concernant la dynamique du réacteur et la performance des sources froides lorsque vient le temps de gérer les mécanismes de vieillissement, comme les effets mécaniques, chimiques et radiologiques sur les matériaux. Cela est nécessaire pour confirmer le rendement prédit du système de commande et pour assurer une stabilité du cœur pendant tout le cycle de vie du réacteur.
4. Dans la phase 2, TEI devra démontrer que les facteurs humains dans la conception ont été adéquatement abordés dans ses programmes d'exploitation et d'entretien qui sont en cours d'élaboration.

Malgré tout ce qui précède, les éléments soulevés dans ces constatations peuvent être résolus et feront l'objet d'un suivi lors de futurs ECF.