



Projets de réacteurs avancés au Canada : état de la réglementation et perspectives réglementaires

6^e Sommet technique sur les réacteurs avancés et Salon des précurseurs de technologie

Le 30 janvier 2019

Université de Californie à San Diego (États-Unis)

Ramzi Jammal

Premier vice-président

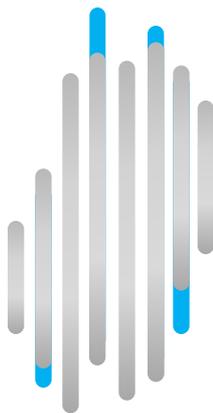
et chef de la réglementation des opérations

Commission canadienne de sûreté nucléaire

Aperçu



- Situation actuelle au Canada
- Nouvelles technologies
- État de préparation réglementaire
- Examens de la conception de fournisseurs



SITUATION ACTUELLE AU CANADA

Activités provinciales et territoriales

- Le ministère de l'Énergie de l'Ontario a parrainé l'étude sur la faisabilité du déploiement potentiel de petits réacteurs modulaires (PRM) en Ontario
- Des services d'électricité bien établis :
 - s'intéressent à exploiter des PRM au Canada
 - donnent des conseils aux fournisseurs de PRM
 - ont établi un forum du Groupe de propriétaires de CANDU pour discuter des problèmes liés aux PRM
- Nouveau-Brunswick : établissement d'une grappe nucléaire pour appuyer la recherche et le développement des PRM



Activités des Laboratoires Nucléaires Canadiens

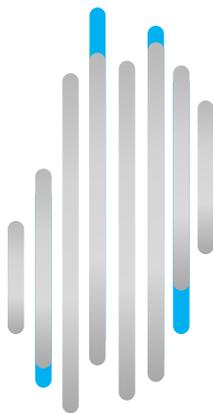
- Les Laboratoires Nucléaires Canadiens (LNC) se positionnent pour fournir des services de science et technologie
 - Collaboration avec des fournisseurs de PRM pour une vaste gamme d'activités
 - Objectif déclaré : « avoir un PRM sur le site des LNC d'ici 2026 »
- Demande d'expression d'intérêt : stratégie des LNC pour les PRM
 - Mieux comprendre les exigences du marché visant les activités liées aux PRM
 - Intérêt de fournisseurs, de services publics et de gouvernements provinciaux
- Invitation lancée par les LNC pour des projets de démonstration de PRM
 - Un certain nombre de promoteurs ont répondu



Activités fédérales

- Le gouvernement du Canada a répondu à un rapport du Comité permanent de la Chambre des communes appuyant le développement des PRM (octobre 2017)
- Ressources naturelles Canada dirige la Feuille de route pancanadienne des PRM
 - Le rapport a été publié en novembre 2018
 - Il conclut que le cadre de réglementation et le régime de gestion des déchets sont bien placés pour composer avec ce changement de paradigme que représentent les PRM
 - Il faut continuer à chercher des améliorations afin de nous adapter aux nouvelles technologies de réacteur et à leur déploiement





NOUVEAUX RÉACTEURS AVANCÉS

À venir : nouvelles conceptions

La CCSN examine actuellement diverses conceptions de PRM, dont plusieurs ont les caractéristiques suivantes :

- combustible non traditionnel
- spectre neutronique rapide
- refroidissement au gaz, à l'eau légère ou au métal liquide
- cycles du combustible plus longs
- modèles de déploiement non traditionnels
- construction modulaire
- transportables
- sécurité intégrée à la conception



**LES NOUVELLES
CONCEPTIONS
MÈNENT À
L'INNOVATION**

Considérations réglementaires :

Combustible

Types de combustible novateurs proposés

- Combustible liquide
- Combustible métallique
- Combustible de sels fondus

Cycles de combustible non traditionnels

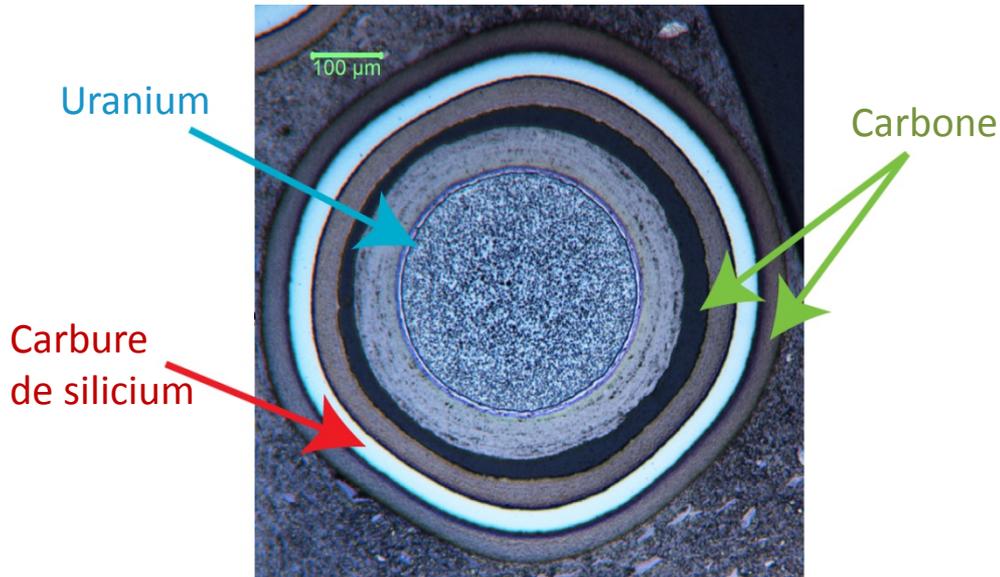
- Temps de rechargement prolongés
- Quelques conceptions n'ont aucune disposition sur le rechargement du combustible
- Lacunes dans la qualification du combustible
 - quelques types de combustible n'ont pas été entièrement mis à l'épreuve en fonction des niveaux de puissance ou de rayonnement proposés et des périodes de temps décrites dans les nouvelles conceptions
- Réacteur à consommation et réacteur surgénérateur

Stockage à long terme du combustible

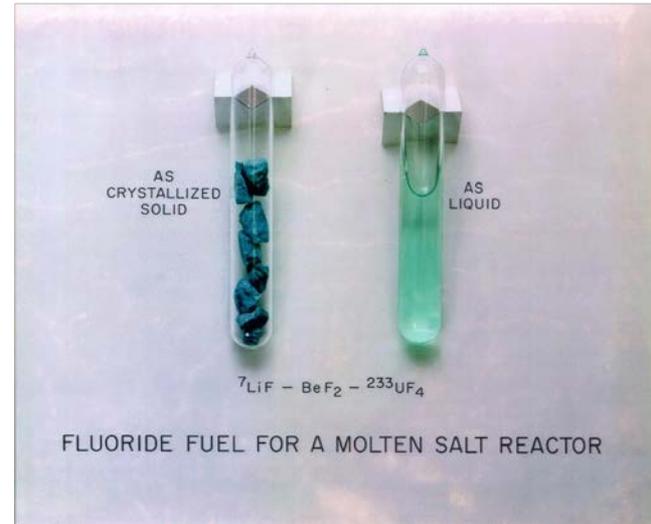
- Les nouveaux types de combustible pourraient entraîner des changements aux conceptions des installations de stockage à long terme du combustible



Conceptions avancées : Combustible non traditionnel



Combustible TRISO pour un réacteur au gaz à haute température



Sel à base de fluorure et combustible à l'uranium en suspension pour un réacteur à sels fondus

Considérations réglementaires :

Conception du réacteur, exploitation, contrôle et mise à l'arrêt

- Forts coefficients de réactivité négatifs relatifs à la température
- Réduction de la possibilité qu'un accident se produise ou progresse
 - meilleure conservation des produits de fission dans le combustible, entre autres
 - conceptions avec moins de voies d'accident
- Caractéristiques de sûreté inhérentes
- Autoréglementation de la puissance
- Mise à l'arrêt passive en cas d'accidents de dimensionnement
- Rétention des produits de fission dans la matrice de combustible
- Mécanisme automatique passif d'enlèvement de la chaleur pour tous les modes d'exploitation

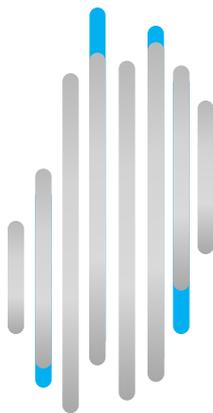


Considérations réglementaires :

Instrumentation et systèmes de contrôle numérique

- Nouvelle génération de systèmes de contrôle
 - Plus de contrôle donné aux systèmes automatisés
- Les modèles de fonctionnement peuvent être différents :
 - Surveillance à distance
 - Effectif réduit
 - Salles de contrôle en verre
 - Surveillance multisite
- Gestion du vieillissement et améliorations continues
 - Durée de vie des composants





ÉTAT DE PRÉPARATION RÉGLEMENTAIRE

Impact de la technologie sur le cadre de réglementation



Premiers réacteurs prototypes
(NPD, Douglas Point)



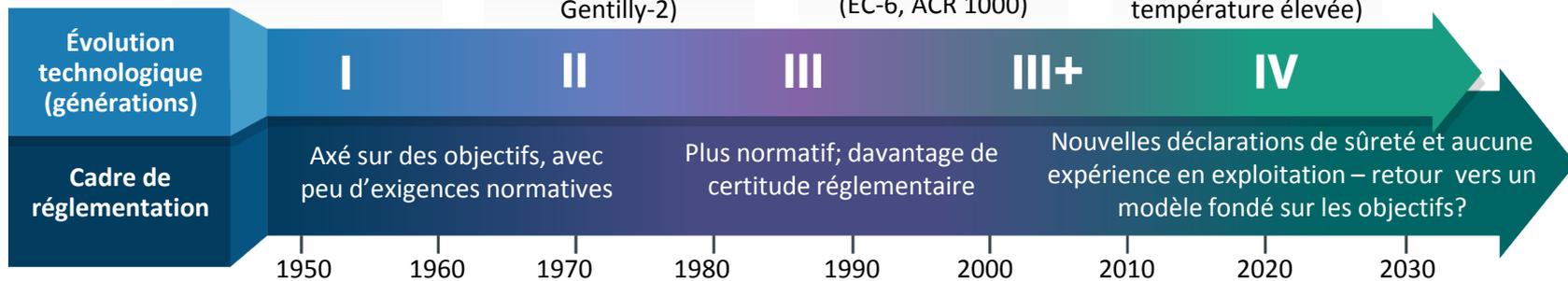
Réacteurs de puissance commerciaux
(Pickering, Darlington, Bruce, Point Lepreau, Gentilly-2)



Réacteurs avancés refroidis à l'eau + conceptions révolutionnaires
(EC-6, ACR 1000)



Conceptions révolutionnaires
(sels fondus, métal liquide, gaz à température élevée)



État de préparation en matière de réglementation

Demeurer ouvert aux nouveautés technologiques

- Permettre la mise à l'essai et le développement, avec des marges de sûreté appropriées

Donner suite aux attentes et aux tendances en évolution

- Effort continu afin de maintenir et de moderniser le cadre de réglementation

**LE TITULAIRE DE
PERMIS DOIT
APPUYER LES
DÉCLARATIONS DE
SÛRETÉ AVEC
DES PREUVES**

Éléments d'une stratégie de préparation en matière de réglementation

CADRE DE RÉGLEMENTATION
Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN), règlements, permis, document d'application de la réglementation



PROCESSUS AXÉS SUR LE RISQUE

Processus gérés visant la prise de décisions stratégiques, l'autorisation préalable et la conformité de l'autorisation ainsi que l'amélioration continue

PERSONNEL COMPÉTENT ET POLYVALENT

Capacité et aptitudes
Formation
Coopération internationale

COMMUNICATION AVEC LES PARTIES INTÉRESSÉES

Disponibilité des processus préalables à l'autorisation

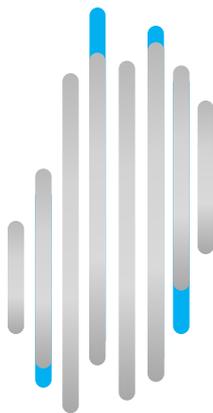
Processus d'examen de la conception de fournisseurs (ECF) préalable à l'autorisation

- Évaluation de la conception d'une centrale nucléaire s'appuyant sur la technologie de réacteur du fournisseur
- Objectif : vérification de l'acceptabilité de la conception d'une centrale nucléaire par rapport aux exigences réglementaires, aux codes et aux normes nucléaires du Canada (il ne s'agit pas d'un processus d'homologation)

Déterminer la stratégie d'autorisation des conceptions novatrices

- Processus visant à informer les demandeurs des attentes à l'égard de l'information à soumettre à l'appui du processus d'autorisation





EXAMENS DE LA CONCEPTION DE FOURNISSEURS

Phases des examens de la conception de fournisseurs

Les ECF sont réalisées en trois phases d'examens de plus en plus poussés visant 19 domaines transversaux de conception et d'analyse de la sûreté.

Phase 1	Phase 2	Phase 3
Réaliser une évaluation pour déterminer si la conception du fournisseur démontre une compréhension des exigences et de la réglementation du Canada	Cerner les éventuels obstacles fondamentaux à l'autorisation	Faire un suivi sur les domaines d'examen en fonction des résultats des phases 1 et 2

Examens de la conception de fournisseurs

N° d'ECF	Pays d'origine	Entreprise	Type de réacteur/production par tranche	État de l'ECF
1	Canada/ États-Unis	Terrestrial Energy	Réacteur à sels fondus intégral/ 200 MWé	PHASE 1 TERMINÉE, PHASE 2 EN COURS
2	États-Unis/ Corée/ Chine	UltraSafe Nuclear/Global First Power	Blocs prismatiques à gaz à haute température/ 5 MWé	PHASE 1 EN COURS – achèvement prévu à l'hiver 2019 PHASE 2 – entente de service établie
3	Suède/ Canada	LeadCold	Réacteur au plomb fondu à spectre neutronique rapide/ de 3 à 10 MWé	PHASE 1 EN SUSPENS À LA DEMANDE DU FOURNISSEUR
4	États-Unis	Concepts de réacteurs avancés	Réacteur à sels fondus à spectre neutronique rapide/ 100 MWé	PHASE 1 EN COURS
5	Royaume-Uni	U-Battery	Blocs prismatiques à gaz à haute température/ 4 MWé	PHASE 1 – entente de service en cours d'élaboration
6	Royaume-Uni	Moltex Energy	Sels fondus à spectre neutronique rapide/ ~300 MWé	PHASE 1 EN COURS
7	Canada/ États-Unis	StarCore Nuclear	Blocs prismatiques à gaz à haute température/ 10 MWé	PHASES 1 et 2 – entente de service en cours d'élaboration
8	États-Unis	SMR, LLC. (A Holtec International Company)	Eau pressurisée/ 160 MWé	PHASE 1 EN COURS
9	États-Unis	NuScale Power	Réacteur à eau pressurisée intégral/ 50 MWé	PHASE 2* – entente de service établie
10	États-Unis	Westinghouse Electric Co.	Microréacteur eVinci/ < 25 MWé	PHASE 2* – entente de service en cours d'élaboration

* Les objectifs de la phase 1 seront traités pendant les travaux de la phase 2.



Examens de la conception de fournisseurs

Avantages

Fournisseur	Demandeur potentiel	CCSN
<ul style="list-style-type: none">• L'ECF aide le fournisseur à mieux comprendre le processus et les exigences réglementaires• Le fournisseur comprend quels éléments de sa conception proposée pourraient mener à une surveillance réglementaire plus rigoureuse en vue, peut-être, d'ajuster l'ampleur de sa proposition• L'ECF offre au fournisseur de l'information qu'il peut utiliser lors de discussions avec un demandeur potentiel	<ul style="list-style-type: none">• L'ECF aide à assurer l'efficacité et l'efficacité du processus d'autorisation• Il permet de cerner et de régler des questions réglementaires assez tôt dans le processus pour minimiser les retards dans la délivrance de permis et la construction de l'installation	<ul style="list-style-type: none">• L'ECF donne lieu à des demandes de permis de meilleure qualité• Il aide le personnel de la CCSN à se préparer à traiter des demandes de permis.

Coopération internationale sur les PRM

La CCSN et le gouvernement du Canada collaborent avec certains pays et leur communiquent de l'information sur les technologies de PRM

- Collaboration étroite avec l'Agence internationale de l'énergie atomique et l'Agence pour l'énergie nucléaire afin de diffuser les pratiques exemplaires sur le plan de la réglementation des PRM
- Collaboration bilatérale avec certains pays (p. ex., États-Unis, Royaume-Uni)
- Mise à profit de l'expérience des autres – les examens techniques de la CCSN peuvent être appuyés par les évaluations d'autres organismes de réglementation



Défis des nouveaux réacteurs avancés

- Transparence et diffusion d'information scientifique
- Acceptation de ces nouvelles technologies par les titulaires de permis
 - en tant qu'élément viable d'une palette énergétique sans carbone
 - inclut les aspects de sûreté inhérents à la conception
- Les technologies n'ont pas encore fait leurs preuves
 - la plupart des technologies en sont à l'étape conceptuelle
 - l'expérience d'exploitation générale est limitée
 - les services publics auront besoin d'autres preuves avant d'adopter les PRM



Que peut faire l'industrie?

- Appuyer la conception et l'analyse de la sûreté à l'aide d'activités de recherche et de développement adéquates
 - bonne structure et mesures d'assurance de la qualité appropriées
 - contribution aux analyses comparatives internationales à l'aide de normes de sûreté internationales
- Participer à l'harmonisation des normes de sécurité technique
 - analyse de la défense en profondeur et de la sûreté
 - approches fondées sur le risque
 - code analytique international pour les analyses comparatives
- Améliorer la capacité de la chaîne d'approvisionnement en ce qui concerne la conception et le déploiement



Conclusion

Le cadre de réglementation canadien actuel :

- est adéquat pour l'autorisation de projets utilisant des technologies avancées, puisqu'il offre la souplesse nécessaire pour s'adapter aux nouveaux types de réacteurs, et qu'il est appuyé par de solides processus du système de gestion et un effectif compétent
- est prêt à tenir compte des nouvelles technologies perturbatrices
- offre la souplesse nécessaire aux titulaires de permis pour proposer d'autres moyens de respecter les exigences juridiques, s'il y a lieu



Merci!



Examens de la conception des fournisseurs

Examens de la conception des fournisseurs – sujets traités

- 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
- 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 Prévention et atténuation des accidents hors dimensionnement (AHD) et des accidents graves (AG)
- 10 Analyses de la sûreté (ADS, EPS, dangers)
- 11 Conception des enveloppes sous pression
- 12 Protection-incendie
- 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





Restez branché!

Joignez-vous à la conversation



suretenucleaire.gc.ca

