

Projets de réacteurs avancés au Canada : Statut réglementaire et perspectives

Sommet international sur les PRM et les réacteurs avancés

3 avril 2019

Westin Buckhead, Atlanta, GA

Ramzi Jammal

Premier vice-président et chef de la réglementation des opérations
Commission canadienne de sûreté nucléaire



Canadian Nuclear
Safety Commission

Commission canadienne
de sûreté nucléaire

Canada

APERÇU



Aperçu de la Commission canadienne
de sûreté nucléaire (CCSN)

Situation actuelle au Canada

Nouvelles technologies

État de préparation réglementaire

Examens de la conception de
fournisseurs



COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

NOTRE MANDAT



RÉGLEMENTER

l'utilisation de l'énergie et des matières nucléaires afin de préserver la santé, la sûreté et la sécurité et de protéger l'environnement



RESPECTER

les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire



INFORMER

objectivement le public sur les plans scientifique ou technique ou en ce qui concerne la réglementation du domaine de l'énergie nucléaire

PLUS DE 70 ANS D'EXPÉRIENCE EN RÉGLEMENTATION



LA CCSN RÉGLEMENTE TOUTES LES INSTALLATIONS ET ACTIVITÉS NUCLÉAIRES AU CANADA



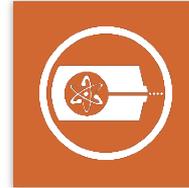
Mines et usines de concentration d'uranium



Fabrication et traitement du combustible d'uranium



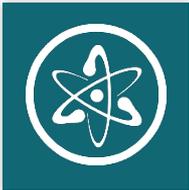
Centrales nucléaires



Traitement des substances nucléaires



Applications industrielles et médicales



Activités de recherche et d'enseignement nucléaires



Transport de substances nucléaires



Sécurité nucléaire et garanties



Contrôles de l'importation et de l'exportation

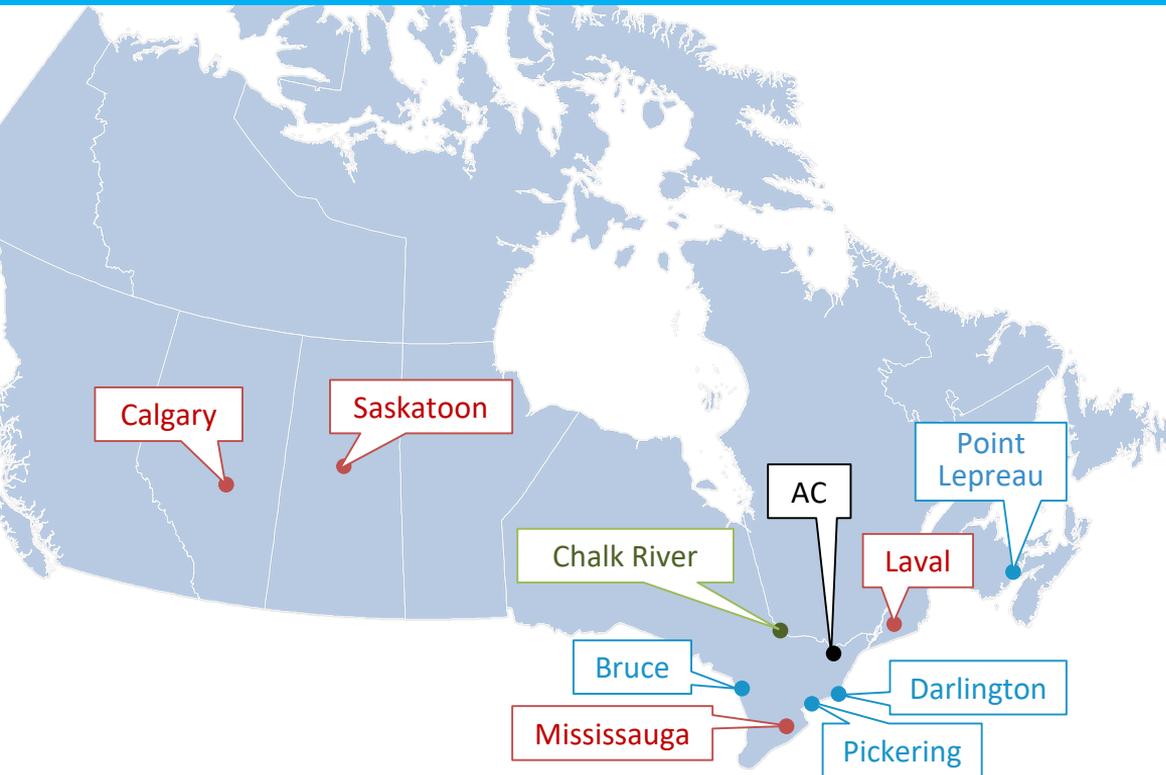


Installations de gestion des déchets

TOUT AU LONG DU CYCLE DE VIE DE CES ACTIVITÉS



UNE PRÉSENCE PARTOUT AU CANADA



Administration centrale (AC) à Ottawa

4 bureaux de site aux centrales nucléaires

1 bureau de site à Chalk River

4 bureaux régionaux

Exercice 2017-2018

- Ressources humaines : **857** équivalents temps plein
- Ressources financières : **148 millions** de dollars (~70 % provenant du recouvrement des coûts; ~30 % provenant du compte de crédits)
- Nombre de titulaires de permis : **1 700**
- Nombre de permis : **2 500**



UNE COMMISSION INDÉPENDANTE



DÉCISIONS FONDÉES SCIENTIFIQUEMENT ET TRANSPARENTES

Tribunal administratif quasi judiciaire

Agent de la Couronne (obligation de consulter)

Rend compte au Parlement par l'entremise du ministre des Ressources naturelles

Les commissaires sont indépendants et nommés à temps partiel

Les audiences de la Commission sont publiques et diffusées sur le Web

Présentations du personnel à la population

Les décisions peuvent faire l'objet d'une révision par la Cour fédérale



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 nouveau 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

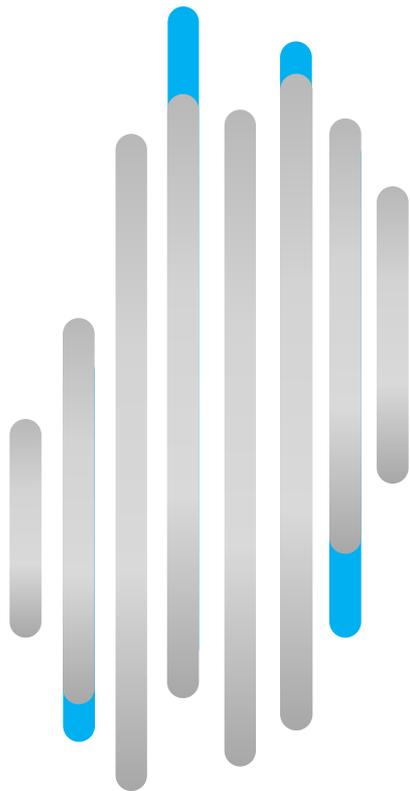
Invitation lancée par les LNC pour des projets de démonstration de PRM

- 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 positionnés pour composer au 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



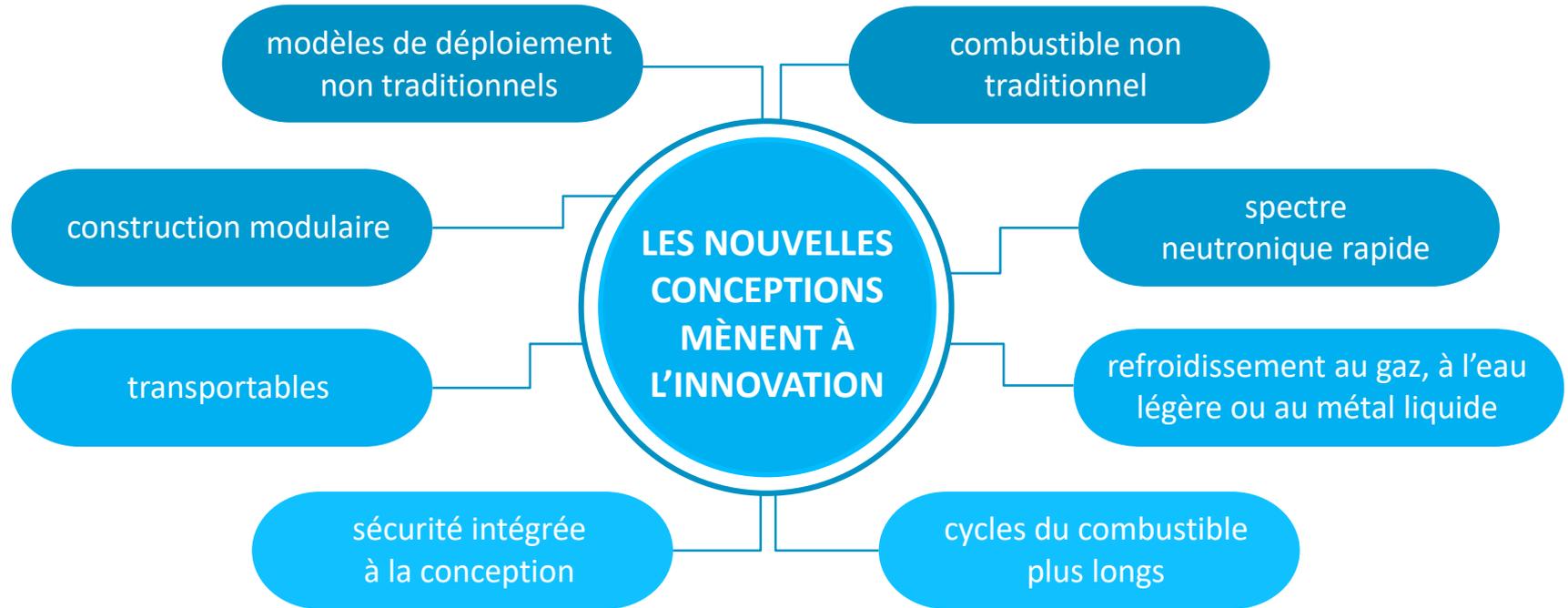


NOUVEAUX RÉACTEURS AVANCÉS



UN AVENIR CONNU : DE NOUVELLES CONCEPTIONS

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



CONSIDÉRATIONS RÉGLEMENTAIRES : COMBUSTIBLE

TYPES DE COMBUSTIBLE NOVATEURS PROPOSÉS

Métallique
TRISO
Traditionnel

CYCLES DE COMBUSTIBLE NON TRADITIONNELS

Temps de rechargement prolongés
Certaines conceptions n'ont aucune disposition sur le rechargement du combustible

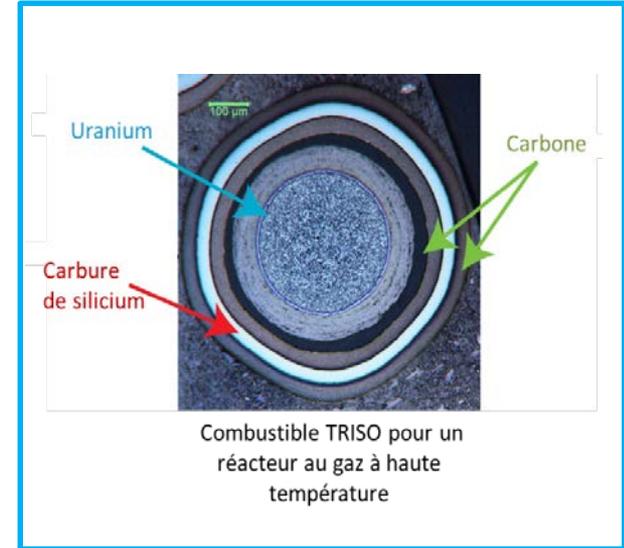
Lacunes dans la qualification du combustible

- certains 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

COMBUSTIBLE À LONG TERME

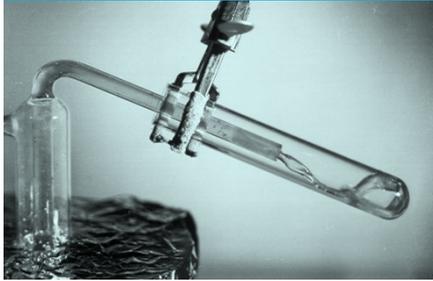
Les nouveaux types de combustible pourraient entraîner des changements aux conceptions des installations de stockage à long terme du combustible





CONCEPTIONS AVANCÉES : RÉFRIGÉRANT NON TRADITIONNEL

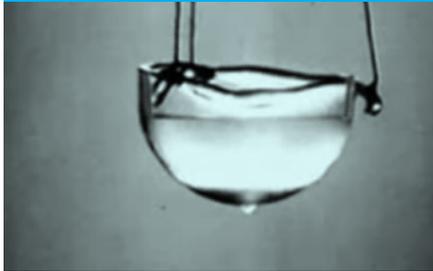
Sels fondus



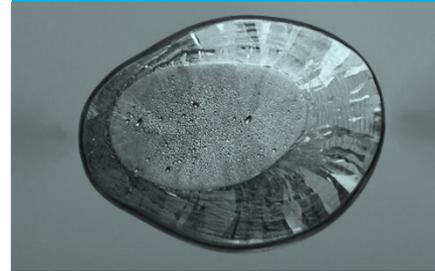
Eau



Hélium



Métal (plomb/sodium)





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 comprenant moins de voies d'accident
- Caractéristiques de sûreté inhérentes
- Autorégulation 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'évacuation 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 multi-site

Gestion du vieillessement et améliorations continues

Durée de vie
des composants



ÉTAT DE PRÉPARATION RÉGLEMENTAIRE



IMPACT DE LA TECHNOLOGIE SUR LE CADRE DE RÉGLEMENTATION



Premiers réacteurs prototype
(NPD, Douglas Point)



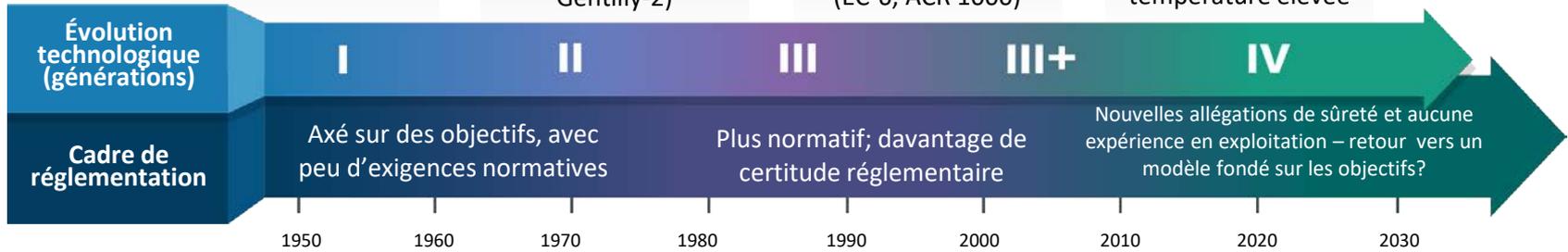
Réacteurs commerciaux
(Pickering, Darlington, Bruce, Point Lepreau, Gentilly-2)



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



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





ÉTAT DE PRÉPARATION RÉGLEMENTAIRE

DEMEURER OUVERT AUX NOUVEAUTÉS SUR LE PLAN TECHNOLOGIQUE

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

RÉAGIR AUX ATTENTES ET AUX TENDANCES EN ÉVOLUTION

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

ASSURER LA STABILITÉ

Les titulaires de permis actuels et éventuels ont besoin d'un environnement de réglementation stable et prévisible

**Le titulaire de permis
doit appuyer les
allégations de sûreté
avec des preuves**



ÉLÉMENTS D'UNE STRATÉGIE DE PRÉPARATION RÉGLEMENTAIRE

Processus axés sur le risque

Processus gérés visant :
Prise de décisions stratégiques
Autorisation préalable et conformité de l'autorisation
Amélioration continue

Cadre de réglementation

Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN), règlements, permis, documents d'application de la réglementation



Personnel compétent et polyvalent

Capacité et aptitudes
Formation
Coopération internationale

Communication avec les parties intéressées



DISPONIBILITÉ DES PROCESSUS PRÉALABLES À L'AUTORISATION

Examen de la conception du fournisseur (ECF) avant l'autorisation

- Évaluation de la conception d'une centrale nucléaire s'appuyant sur la technologie de réacteur du fournisseur
- Objectif : vérifier 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

**11 FOURNISSEURS
ONT SOUMIS LEUR
CONCEPTION
À LA CCSN**

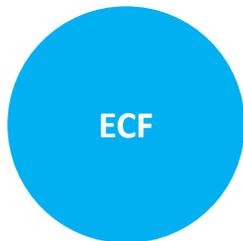


EXAMENS DE LA CONCEPTION DE FOURNISSEURS



LES ECF ET LE PROCESSUS D'AUTORISATION

Autorisation préalable facultative



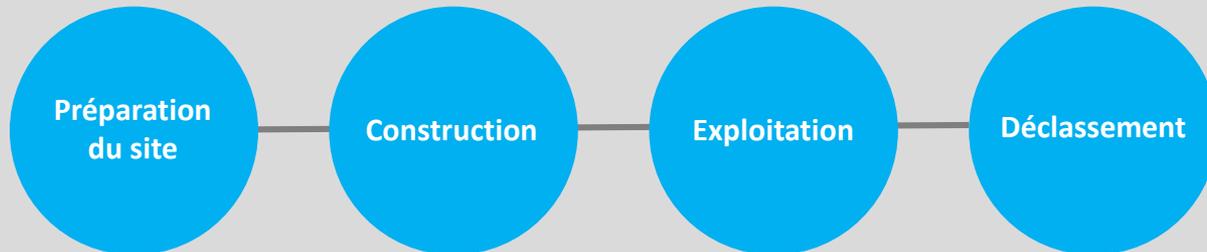
- Fournisseur d'un réacteur
- GD-385, Examen de la conception d'un réacteur de fournisseur préalable à l'autorisation



Demandeur potentiel

Évaluation environnementale

Autorisation



- Permis de préparation du site
- Demande de permis (REGDOC-1.1.1)

- Permis de construction
- Demande de permis (RD/GD-369 – à l'étude)

- Permis d'exploitation
- Demande de permis (REGDOC-1.1.3)

- Permis de déclassement

**Projet de REGDOC-1.1.5, Guide de présentation d'une demande de permis :
Installations dotées de petits réacteurs modulaires
Pour toutes les étapes de l'autorisation des installations dotées de PRM**

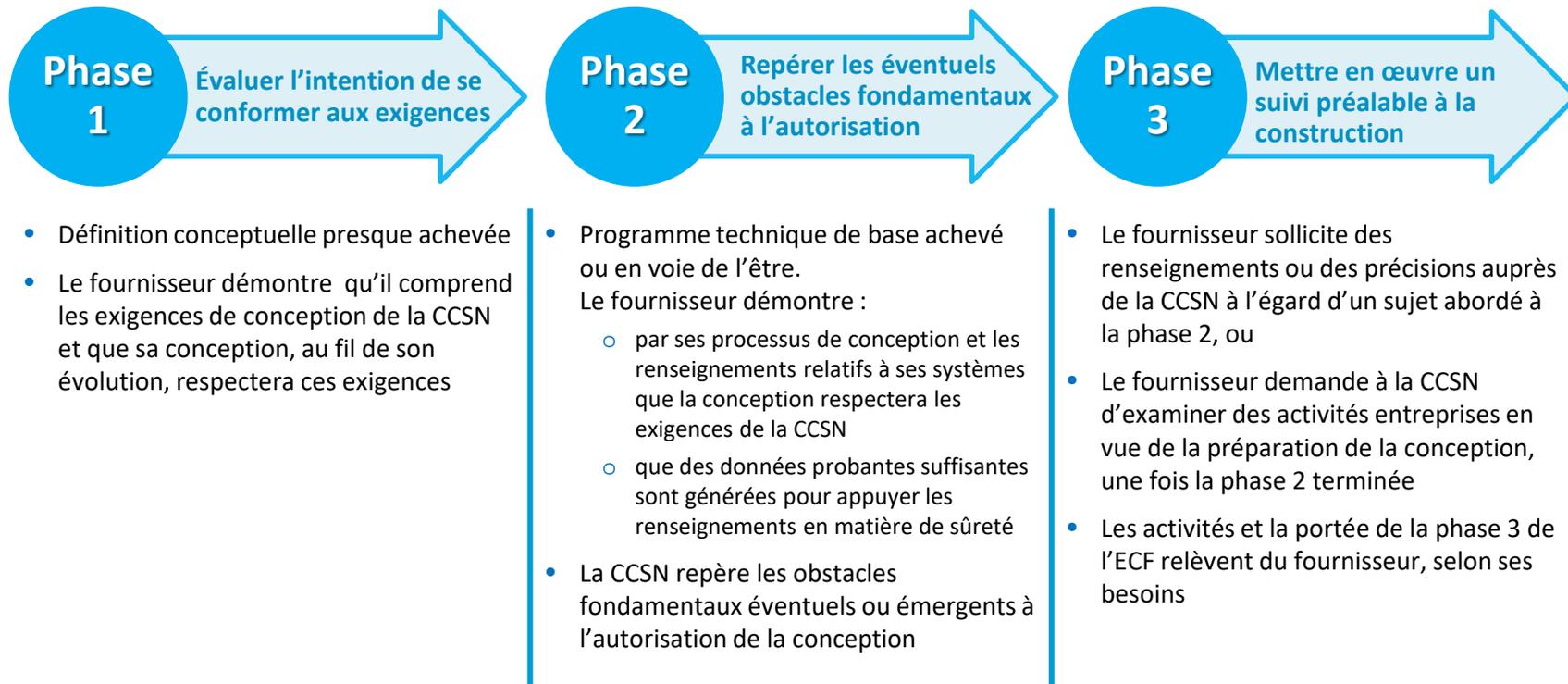


PHASES RELATIVES AUX ECF

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

PHASES D'ÉVALUATION DES ECF





EXAMENS DE LA CONCEPTION DE FOURNISSEURS EN COURS

N° d'ECF	Pays d'origine	Entreprise	Type de réacteur
1	Canada/États-Unis	Terrestrial Energy (IMSR-400)	Réacteur à sels fondus intégral/200 MWé
2	États-Unis	Ultra Safe Nuclear/Global First Power	Blocs prismatiques à gaz à haute température/5 MWé
3	Suède/Canada	LeadCold	Réacteur au plomb fondu à spectre neutronique rapide/de 3 à 10 MWé
4	États-Unis	Advanced Reactor Concepts	Sels fondus à spectre neutronique rapide/100 MWé
5	Royaume-Uni	U-Battery	Blocs prismatiques à gaz à haute température/4 MWé
6	Royaume-Uni	Moltex Energy	Sels fondus à spectre neutronique rapide/~300 MWé
7	Canada/États-Unis	StarCore Nuclear	Blocs prismatiques à gaz à haute température/10 MWé
8	États-Unis	SMR, LLC. (a Holtec International Company)	Eau pressurisée/160 MWé
9	États-Unis	NuScale Power	Réacteur à eau pressurisée intégral/50 MWé
10	États-Unis	Westinghouse Electric Co.	Microréacteur eVinci/< 25 MWé
11	États-Unis	GE Hitachi Nuclear Energy (BWRX-300)	Boiling Water Reactor / 300 MWe



AVANTAGES DES ECF

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



DEMANDE DE PERMIS POUR UN PRM

- Demande de permis de préparation de l'emplacement reçue le 20 mars 2019
 - La CCSN effectue actuellement un examen pour déterminer si la demande est complète
 - La CCSN appliquera son processus d'autorisation, décrit dans le REGDOC-3.5.1, *Processus d'autorisation des installations nucléaires de catégorie I et des mines et usines de concentration d'uranium*, version 2

NOUS NE COMPROMETTRONS JAMAIS LA SÛRETÉ

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'un panier 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 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 sûreté 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

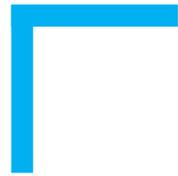
pour l'autorisation de projets utilisant des technologies avancées, puisqu'il offre la souplesse nécessaire pour s'adapter aux nouveaux types de réacteurs, et est appuyé par de solides processus du système de gestion et un effectif compétent

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!





ANNEXE



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 | 10 | Analyses de la sûreté (EPS, ADS, dangers) |
| 2 | Classification des structures, systèmes et composants | 11 | Conception des enveloppes sous pression |
| 3 | Conception nucléaire du cœur du réacteur | 12 | Protection-incendie |
| 4 | Conception et qualification du combustible | 13 | Radioprotection |
| 5 | Système de contrôle et salle de commande | 14 | Criticité hors cœur |
| 6 | Systèmes d'arrêt du réacteur | 15 | Robustesse, garanties et sécurité |
| 7 | Systèmes de refroidissement d'urgence du cœur et systèmes d'évacuation d'urgence de la chaleur | 16 | Programme de recherche et développement du fournisseur |
| 8 | Enceinte de confinement, structures de confinement et ouvrages de génie civil importants pour la sûreté | 17 | Système de gestion du processus de conception et assurance de la qualité dans l'analyse de la conception et de la sûreté |
| 9 | Prévention et atténuation des accidents hors dimensionnement et des accidents graves | 18 | Facteurs humains |
| | | 19 | Intégration du déclassement dans la conception |



Restez branché!

Joignez-vous à la conversation



suretenucleaire.gc.ca

