



# État de préparation en vue de réglementer les projets de réacteurs avancés

## 5<sup>e</sup> Sommet technique sur les réacteurs avancés et Salon des précurseurs de technologie

Le 22 février 2018

Texas A&M University, College Station, Texas (États-Unis)

### **Ramzi Jammal**

Premier vice-président et chef de la réglementation des opérations

Commission canadienne de sûreté nucléaire

**« Le Comité recommande que le gouvernement du Canada continue de soutenir le développement des petits réacteurs modulaires (PRM), ceux-ci ayant le potentiel de fournir l'énergie propre et fiable aux collectivités éloignées et nordiques et d'ouvrir de nouvelles régions à l'exploitation des ressources et aux retombées économiques connexes. »**

**– Comité permanent des ressources naturelles, rapport de juin 2017**



# Canada (Ontario) ✕

February 16, 2018 12:40 PM

Carbon Intensity

**29g**

(gCO<sub>2</sub>eq/kWh)

Low-carbon

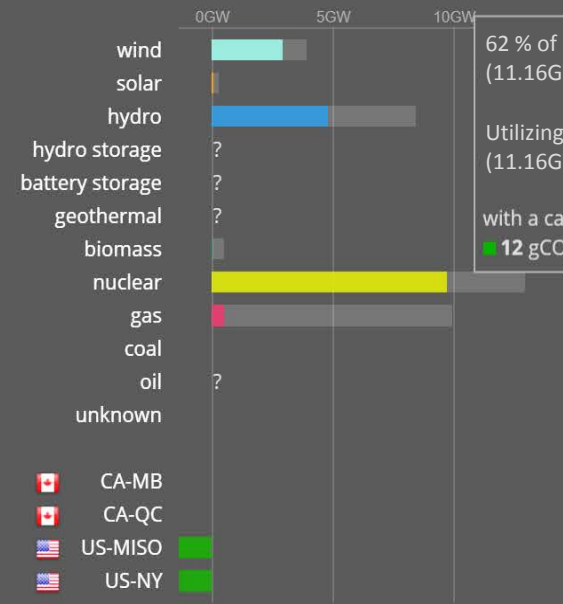
**97%**

Renewable

**43%**

Show ranking

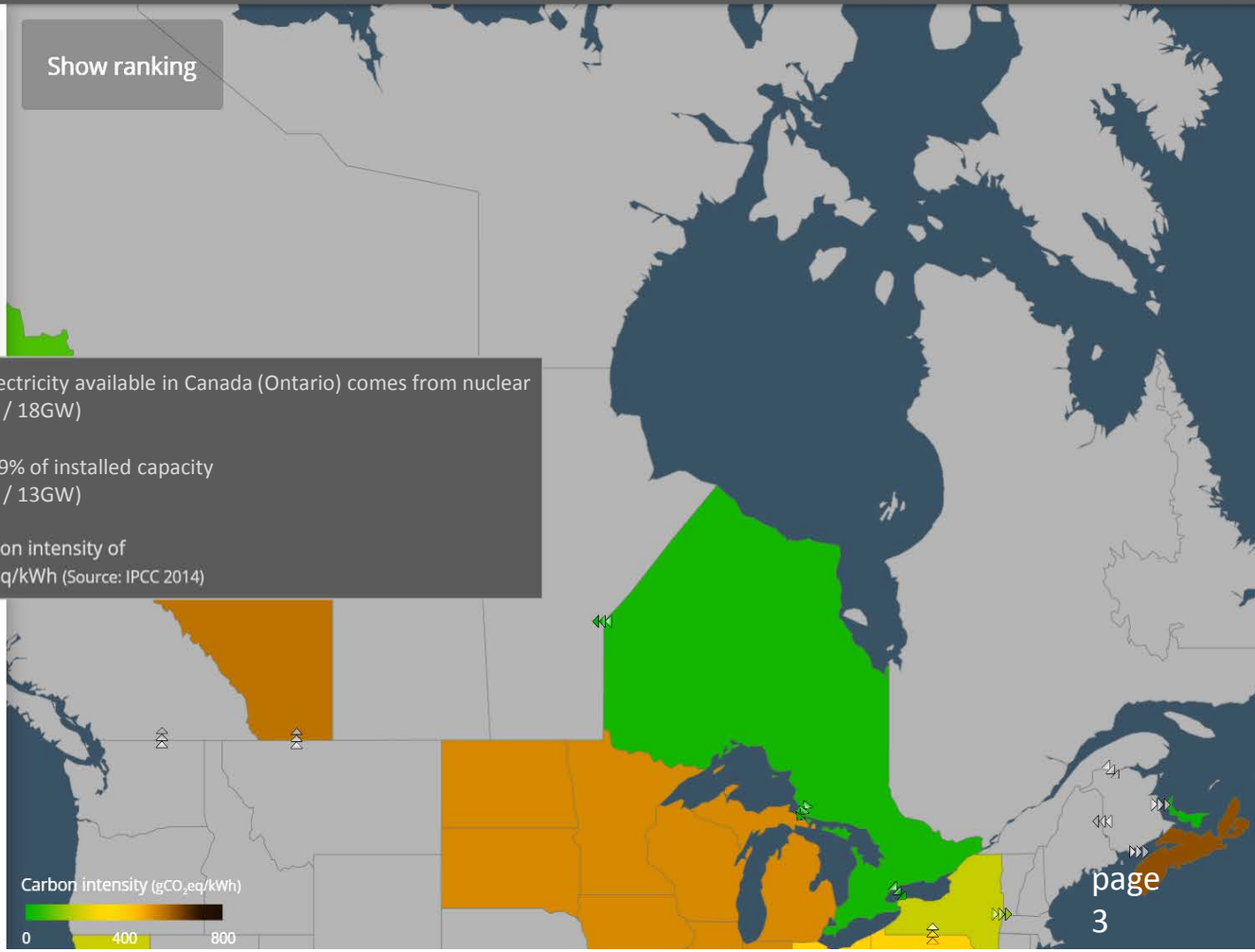
## Electricity production | Carbon emissions by source



62 % of electricity available in Canada (Ontario) comes from nuclear (11.16GW / 18GW)

Utilizing 89% of installed capacity (11.16GW / 13GW)

with a carbon intensity of **12 gCO<sub>2</sub>eq/kWh** (Source: IPCC 2014)



# Germany

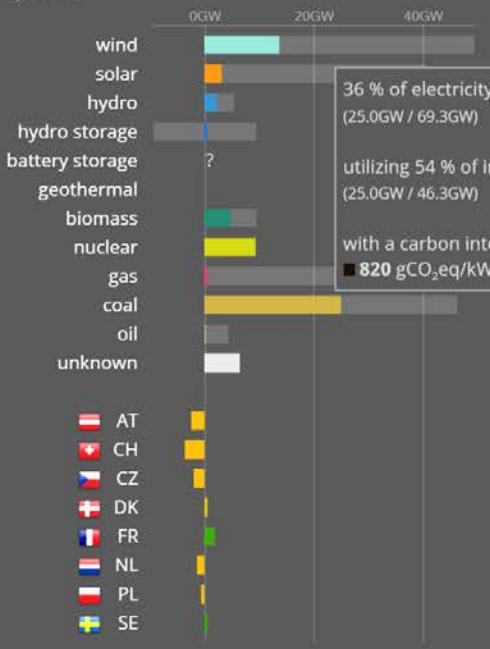
February 16, 2018 11:29 AM

Carbon Intensity **396g** (gCO<sub>2</sub>eq/kWh)

Low-carbon **53%**

Renewable **37%**

## Electricity production | Carbon emissions by source

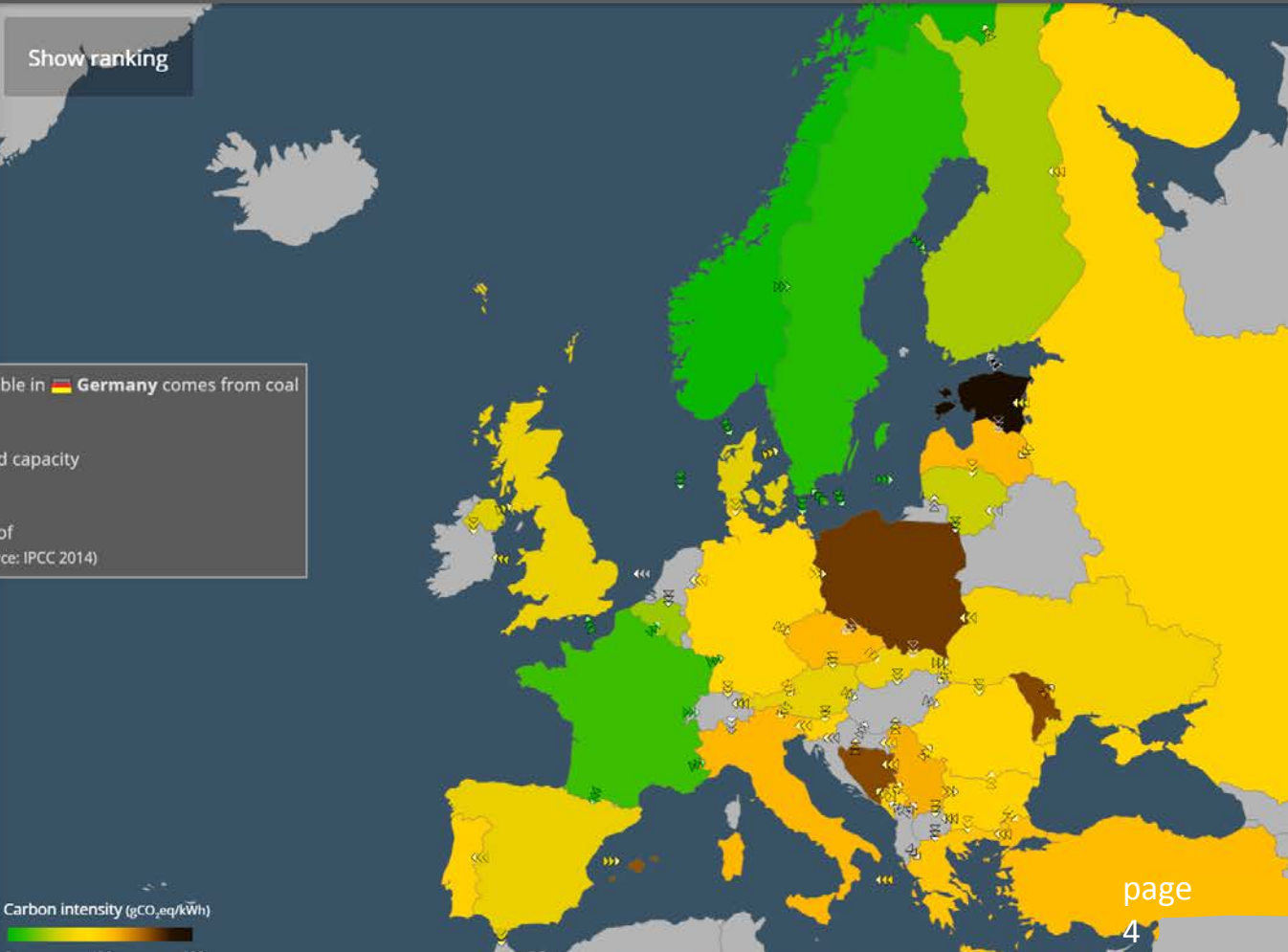


36 % of electricity available in **Germany** comes from coal (25.0GW / 69.3GW)

utilizing 54 % of installed capacity (25.0GW / 46.3GW)

with a carbon intensity of **820 gCO<sub>2</sub>eq/kWh** (Source: IPCC 2014)

Carbon intensity in the last 24 hours



Show ranking

# Situation actuelle

**On observe un intérêt marqué pour le **déploiement potentiel** de PRM au Canada :**

- 10 demandes d'examen de la conception de fournisseurs (ECF), et d'autres à venir
- Intérêt de la part des services publics et des gouvernements provinciaux
- Laboratoires Nucléaires Canadiens – Demande d'expression d'intérêt

**De nombreux concepts de réacteur seraient des **conceptions avancées****

# Examens de la conception de fournisseurs

## ECF de la CCSN en cours

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 ATTENTE
2	États-Unis/ Corée/Chine	UltraSafe Nuclear/Global First Power	Blocs prismatiques à gaz à haute température/ 5 MWé	PHASE 1 EN COURS – terminée en 2018 PHASE 2 Entente de service en cours d'élaboration
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 Entente de service en cours d'élaboration
9	États-Unis	NuScale Power	Réacteur à eau pressurisée intégral / 50 MWé	PHASE 2* Entente de service en cours d'élaboration
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.

[suretenucleaire.gc.ca](http://suretenucleaire.gc.ca)



# Qu'est-ce qui diffère entre les PRM et les technologies avancées?

## Technologies novatrices

Peuvent différer grandement des réacteurs à eau de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> génération

- Utilisation de technologies connues dans d'autres industries mais nouvelles pour les réacteurs
- Caloporteur (métal, sodium, combustible fondu, gaz)
- Approches différentes de la défense en profondeur (caractéristiques passives, dispositions pour le confinement)

## Approches novatrices pour le déploiement

### Exemples

- Modèle d'exploitation (personnel réduit/exploitation à distance)
- Réacteurs transportables
- Sécurité intégrée à la conception
- Parcs de réacteurs (évaluation environnementale, délivrance de permis, crédit pour examens précédents)

Les principaux défis de la réglementation sont présentés à l'industrie dans le document de travail DIS-16-04



# Défis liés à la réglementation cernés lors de discussions avec l'industrie

## Examen de la conception

- R&D pour appuyer le dossier de sûreté
- Garanties
- Analyse déterministe de la sûreté/Étude probabiliste de sûreté
- Défense en profondeur et atténuation des accidents
- Sécurité du site
- Déchets et déclassement
- Structures de génie civil de sous-surface
- Système de gestion

## EE & permis de préparation de l'emplacement

- Autorisation de réacteurs modulaires
- Zones de planification d'urgence

## Permis de construction

- Approche d'autorisation pour les réacteurs de démonstration
- Réacteurs transportables

## Permis d'exploitation

- Système de gestion
- Effectif minimal par quart
  - Utilisation accrue de l'automatisation / de l'interface homme-machine
  - Garanties financières

## Document de travail de la CCSN DIS-16-04,

### *Petits réacteurs modulaires : Stratégie, approches et défis de la réglementation*





## Document de travail de la CCSN DIS-16-04, *Petits réacteurs modulaires : Stratégie, approches et défis de la réglementation*

- Prochaines étapes et mesures de suivi décrites dans le *Rapport sur ce que nous avons entendu* (publié en septembre 2017)
- Au fil du temps, d'autres défis feront probablement surface
- Les défis à court terme seront traités en premier

# Stratégie en vue d'être prêt



## Accroître la **certitude réglementaire**

- équité, rigueur, efficacité, transparence

## Établissement de **l'état de préparation technique**

- connaissances et capacités, processus habilitants

## Établissement des **priorités**

- ce qui doit être fait et pour quand

## **Sensibilisation accrue**

- à l'interne et avec les parties intéressées externes

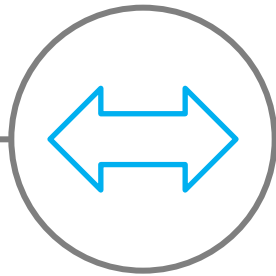
**Assurer le leadership  
et la coordination**

**Comité directeur  
sur les petits  
réacteurs  
modulaires  
(CDPRM)**

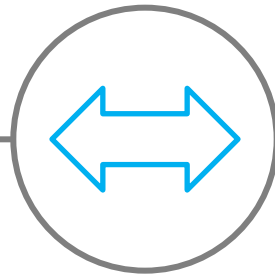
**Présidé par :  
Premier vice-président et chef de la  
réglementation des opérations**

# Éléments de la stratégie

## Processus établis pour faciliter la prise de décisions de la direction en matière de réglementation des PRM



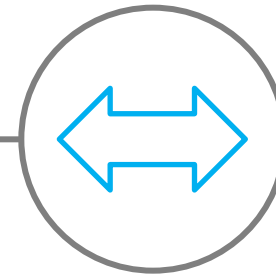
**Cadre de réglementation** - *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN)*, règlements d'application, permis et documents d'application de la réglementation



**Processus tenant compte du risque**

Processus gérés qui couvrent la prise de décisions stratégiques  
Conformité préalable à l'autorisation et une fois le permis délivré

[suretenucleaire.gc.ca](http://suretenucleaire.gc.ca)

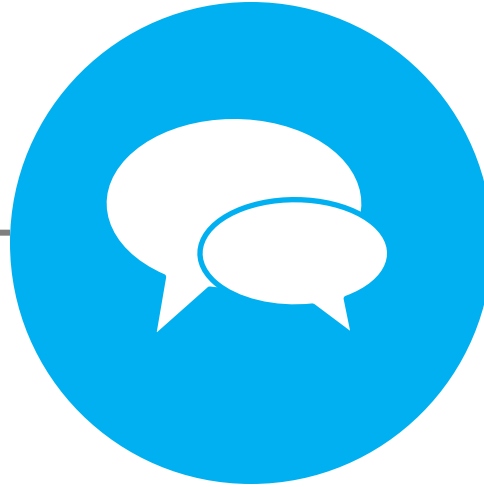


**Effectif souple et qualifié**

Capacité et aptitudes

Formation

Coopération internationale



## Communiquer

# Cadre de réglementation actuel

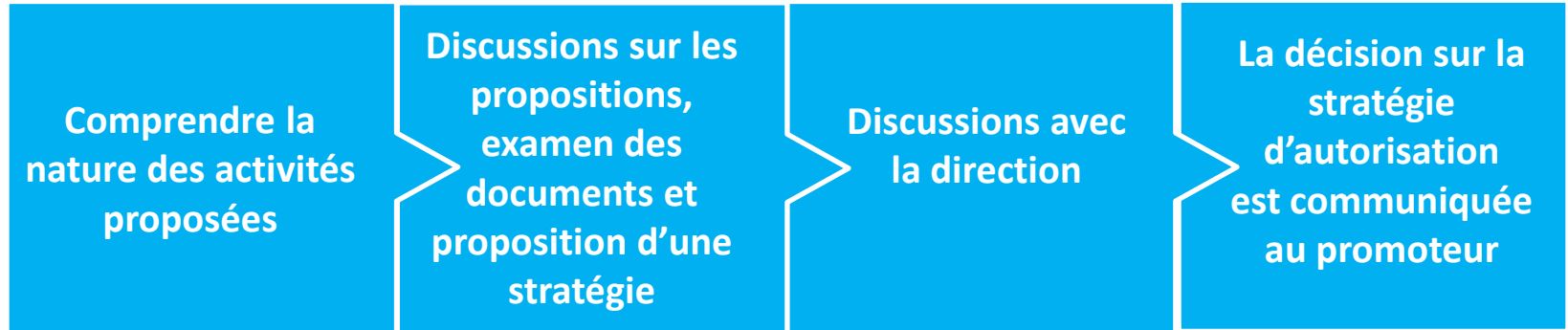
**La LSRN, les règlements d'application et la série complète de documents d'application de la réglementation énoncent des exigences en matière de sûreté touchant tous les aspects de la conception, de la construction, de l'exploitation, etc.**

**Tous les domaines de sûreté et de réglementation sont couverts**

- Établi principalement pour les réacteurs refroidis à l'eau
  - série complète de guides de présentation d'une demande de permis –  
préparation de l'emplacement : REGDOC-1.1.1 (presque terminé);  
construction : REGDOC-1.1.2 (en cours de mise à jour); exploitation :  
REGDOC-1.1.3

# Stratégie d'autorisation tenant compte du risque

Approche pour déterminer la stratégie d'autorisation pour les applications nouvelles



La proposition est **évaluée** à l'égard des dangers potentiels, de la complexité et des aspects novateurs

La stratégie d'autorisation **recommande** les règlements, les guides de demande et les REGDOC les plus appropriés ainsi que le principal secteur d'activités responsable de l'autorisation

Recommandations sur la portée et la profondeur de l'examen des documents de permis pour chaque DSR

Le promoteur est **informé** des attentes relatives aux renseignements à fournir à l'appui du processus

# Améliorations en cours

## Processus d'examen

**Pour confirmer qu'ils sont proportionnels aux défis**

- Affectation des ressources en tenant compte du risque pour les activités d'autorisation et de conformité

## Évaluer la nécessité de nouveaux processus

### Exemples

- État de préparation à l'égard de la capacité et des qualifications de la main-d'œuvre
  - Rétroaction sur l'expérience tirée du processus d'ECF, au besoin
- Capacité et compétences pour l'inspection des fournisseurs
- Consigner les leçons retenues pour les autres phases d'autorisation
- Établir un mécanisme formel pour documenter l'expérience en exploitation (OPEX) réglementaire afin de mettre à jour le cadre de réglementation



# Coopération internationale

## Analyse comparative et **échange d'information** avec d'autres pays qui font face à des enjeux similaires, dans le cadre de divers forums

- Forum des PRM de l'AIEA, Groupe de travail sur la réglementation des nouveaux réacteurs, groupe de travail de l'AEN sur les PRM, Programme multinational d'évaluation des conceptions, groupe sur la sûreté des réacteurs avancés, entente bilatérale avec la NRC des États-Unis
- Des ententes bilatérales avec le DOE des États-Unis ont mené à de la formation sur les réacteurs à sels fondus et à l'échange d'information sur les réacteurs refroidis au gaz

## L'examen technique de la CCSN **peut s'appuyer sur les évaluations d'autres organismes de réglementation**

- Groupes d'experts pour l'ECF (peut s'appliquer aux prochaines étapes de l'autorisation)
- Excellentes capacités de gestion de projet (surveillance de projet)
- Temps prévu pour l'auto-apprentissage des spécialistes



# Établissement des priorités

## Élaboration d'un guide de présentation d'une demande de permis pour les PRM

- Prendre en considération les différentes technologies de PRM
- Envisager l'utilisation de l'approche graduelle et de solutions de rechange pour respecter les exigences


## Éléments actuellement ciblés

- Les défis que représentent les éléments nouveaux dans la conception (avant l'autorisation)
- Établissement de l'état de préparation


## Les éléments ciblés changeront avec le déploiement

- Les premières tranches seront des prototypes ou des réacteurs de démonstration probablement situés sur un site « contrôlé »
  - Accent mis sur l'établissement de l'OPEX et la démonstration de la viabilité économique
  - Au départ, il pourrait n'y avoir aucun problème lié au déploiement
- Le déploiement de tranches « uniformisées » comportera des défis différents liés à l'emplacement, à l'approche pour le déploiement, à la sécurité, au modèle d'exploitation, à l'acceptation sociale, etc.





**« Technologies perturbatrices » :**  
**Les organismes de**  
**réglementation sont-ils prêts?**



# Technologies perturbatrices



## Lunettes intelligentes

L'industrie nucléaire expérimente avec une lunette intelligente qui affiche directement sur le verre les niveaux de rayonnement en temps réel



## Impression 3D

Westinghouse a choisi un processus de fabrication additive par projection de liant pour produire ses prototypes de systèmes d'allumage passif de l'hydrogène à des fins d'essai. Le recours à des processus de fabrication traditionnels pour produire les pièces n'offrirait pas les mêmes avantages sur le plan de la performance.

# Technologies perturbatrices



## Capteurs sans fil

La centrale nucléaire de Comanche Peak est l'hôte d'un projet pilote qui utilise un système de diagnostic à distance automatisé, sans fil.



## Drones

OPG a utilisé pour la première fois un véhicule aérien commandé à distance pour inspecter le bâtiment sous vide de Darlington.

# Technologies perturbatrices



## Véhicules autonomes

Rio Tinto a au moins 54 camions autonomes en opération qui effectuent diverses tâches liées au transport.



## Nouveaux systèmes énergétiques

« La prochaine génération d'énergie nucléaire a le potentiel de perturber le panier énergétique mondial. »  
« L'énergie produite par la fusion a un énorme potentiel de perturbation. »

# Conclusions

- Le cadre de réglementation actuel est adéquat pour l'autorisation de projets utilisant des technologies avancées
  - offre la souplesse nécessaire pour s'adapter aux nouveaux types de réacteurs
  - nécessite de solides processus du système de gestion et un effectif compétent
- La publication d'une stratégie visant à expliquer l'approche de la CCSN et à prioriser les efforts apportera de la clarté sur le plan réglementaire
- La haute direction de la CCSN fournit un leadership afin d'établir les bases de la réglementation des PRM
- Objectifs de réglementation pour faire face aux technologies perturbatrices





## Examens de la conception des fournisseurs



# Examen de la conception de fournisseurs

## Avant l'autorisation

### La portée des étapes de l'ECF est prédéfinie

- Assure l'objectivité et la prévisibilité des résultats, la rapidité et la rentabilité
- Une certaine souplesse accordée au fournisseur pour l'ajout de sujets
  - *Les extrants ne peuvent entraver le processus décisionnel de la Commission lors de futurs processus d'autorisation*

### 3 phases d'examen

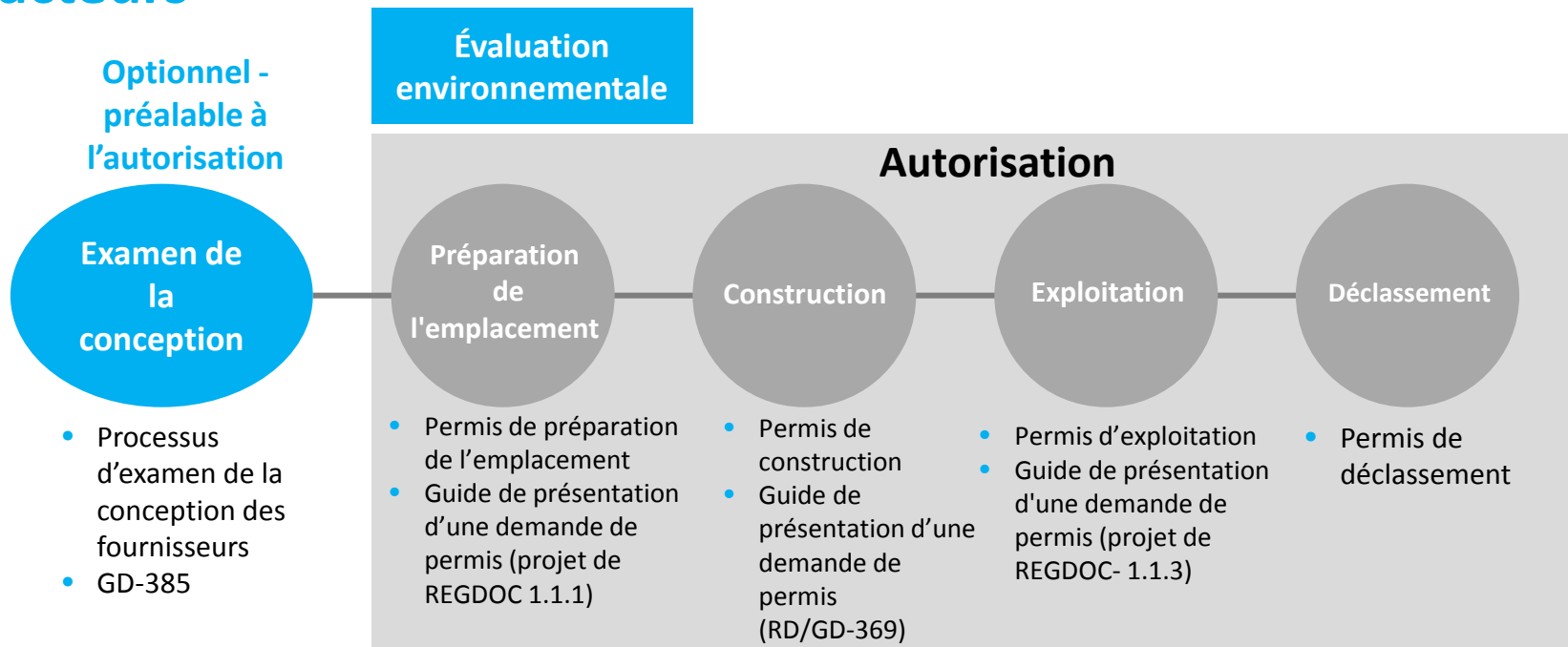
**Phase 1 :** Définition conceptuelle terminée ~18 mois

**Phase 2 :** Conception du système bien entamée ~24 mois

**Phase 3 :** Habituellement dans le cas de sujets précis pour lesquels la conception est en cours et la phase 2 est terminée

# Examen de la conception des fournisseurs

## Phases d'autorisation d'une nouvelle installation dotée de réacteurs



L'ECF fournit des renseignements qui peuvent être utilisés pour guider le processus d'autorisation d'un projet en particulier – il ne s'agit pas d'une homologation de la conception ni d'un permis

# Examen de la conception des fournisseurs

## Avantages

### Permettre aux fournisseurs et aux services publics de communiquer

- Cerner et résoudre des problèmes de réglementation assez tôt pour réduire au minimum les retards dans le processus d'autorisation et la construction de l'installation
- Améliorer la qualité des demandes de permis
- Avoir un processus d'autorisation efficace et efficient
- Aider les décideurs à quantifier les risques du projet (estimer les coûts et l'échéancier)

# Examen 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



**Merci!**





# Restez branché!

Joignez-vous à la conversation



[suretenucleaire.gc.ca](http://suretenucleaire.gc.ca)

