



Préparation en vue de la réglementation des petits réacteurs modulaires

**Atelier de l'Agence pour l'énergie nucléaire :
Coopération multilatérale pour les examens
réglementaires des petits réacteurs modulaires
Les 10 et 11 août 2017
Ottawa (Ontario), Canada**

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



CANADA 150



Situation actuelle

- Intérêt marqué pour le déploiement possible de réacteurs avancés ou de PRM au Canada
 - 7 demandes d'ECF reçues et plus à venir
 - Intérêt des services publics, gouvernements provinciaux
 - Demande d'expression d'intérêt des LNC
- Comité permanent des ressources naturelles du gouvernement fédéral (rapport de juin 2017)
 - [Traduction] «Le Comité recommande que le gouvernement du Canada continue d'appuyer le développement des PRM, de reconnaître qu'ils pourraient constituer une source d'énergie propre et fiable pour les communautés nordiques et éloignées et qu'ils ouvrent de nouveaux horizons à la mise en valeur de ressources économiquement exploitables. »
- La CCSN a établi un cadre exhaustif pour l'autorisation de nouveaux réacteurs
 - ... mais ces nouveaux réacteurs avancés présentent différents défis



Qu'est-ce qui différencie la nouvelle génération de réacteurs avancés?

- **Technologies novatrices**

Très différentes des réacteurs à eau de 2^e et 3^e génération. Exemples :

- Utilisation de technologies communes dans d'autres secteurs, mais une nouveauté pour les réacteurs
- Réfrigérants (métal, sel, combustible en fusion, gaz)
- Différentes approches pour la défense en profondeur (dispositifs passifs, mesures de confinement)

- **Approches novatrices du déploiement**

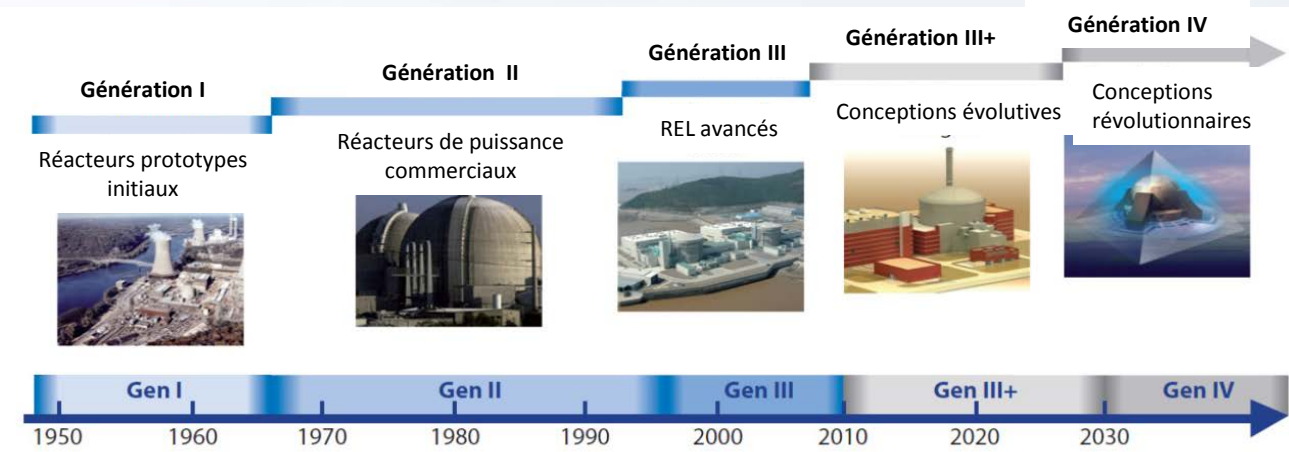
Exemples :

- Modèle opérationnel (effectif réduit/exploitation à distance)
- Réacteurs transportables
- Sécurité intégrée à la conception
- Parcs de réacteurs (EE, autorisation, reconnaissance d'examens antérieurs)

Défis réglementaires clés cernés dans le DIS-16-04



Évolution de la technologie c. cadre de réglementation



Cadre de réglementation

Axé sur des objectifs, peu d'exigences normatives. Expérience opérationnelle (OPEX) limitée, marges de sûreté généreuses

Adapté à mesure que l'OPEX croît – certitude réglementaire accrue, mais plus normative

OPEX limitée à l'appui des allégations de sûreté ou des modèles d'exploitation
Retour à un cadre axé sur des objectifs?



État de préparation actuel

- Améliorer le cadre de réglementation existant établi pendant la « renaissance du nucléaire »
 - Ensemble complet de REGDOC
 - Élaboré pour les réacteurs refroidis à l'eau mais peut s'appliquer à des technologies nouvelles/novatrices
- <http://www.suretenucleaire.gc.ca/fra/acts-and-regulations/regulatory-documents/index.cfm>
- Ensemble complet de documents sur le système de gestion
 - Plans d'évaluation et instructions de travail pour les étapes des EIE, PPE et PC
 - Éléments liés à l'application de l'approche graduelle inclus dans les documents d'application de la réglementation (ne se limitent pas à la conception)

Des outils sont disponibles et utilisables... il faut accroître la clarté quant à l'application d'une approche tenant compte du risque et la cotation



Récentes activités de préparation

- Document de travail sur les PRM
- Examens de la conception des fournisseurs préalable à l'autorisation
- Ententes de coopération internationale (AEN, AIEA) et bilatérales (NRC des États-Unis)
- Forums et groupes de travail internationaux (MDEP, GTRNR, forum de l'AIEA sur les PRM)
- Analyse des lacunes réalisée avec la vision et la stratégie de la NRC des États-Unis pour les réacteurs avancés autres que les réacteurs à eau légère
 - Participation à l'atelier du DOE et de la NRC (États-Unis)
- Élaboration d'un processus à 4 étapes pour l'établissement d'une approche d'autorisation visant les technologies novatrices (p. ex. Installations prototypes)



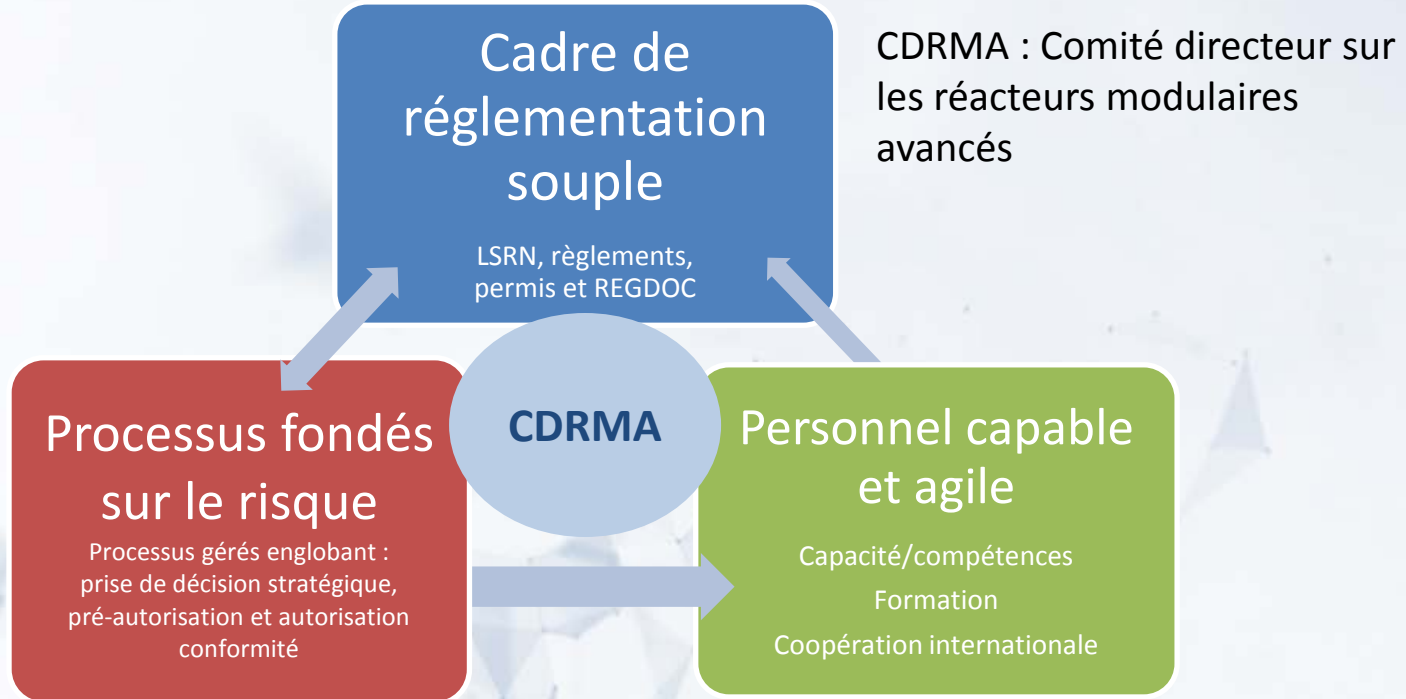
Stratégie de préparation : Objectifs

- Certitude réglementaire accrue
 - Équité, rigueur, efficacité, transparence
- Préparation technique
 - Connaissance et capacité
 - Processus habilitants
- Établissement des priorités
 - Ce qui doit être fait et d'ici quand
- Connaissance accrue
 - Interne
 - Parties intéressées externes



État de préparation de la CCSN – Éléments de la stratégie

Trois piliers



Et communiquer...

suretenucleaire.gc.ca



Comité directeur sur les réacteurs modulaires avancés

- Le Comité directeur sur les réacteurs modulaires avancés (CDRMA) assure le leadership nécessaire pour jeter les bases de la réglementation des réacteurs modulaires avancés.
- Il sera présidé par le premier vice-président et chef de la réglementation des opérations.
- Voici le mandat proposé :
 - Prendre des décisions générales concernant la position réglementaire pour les RMA
 - Fournir de l'orientation et du soutien à la haute direction sur les besoins en ressources
 - Surveiller les progrès réalisés par rapport aux activités prévues et suivre les mesures de rendement
 - Prendre connaissance des problèmes et les régler dès qu'ils surviennent



Cadre – Personnes – Processus

Cadre de réglementation

Ce dont nous disposons actuellement

- Loi, règlements et ensemble complet de REGDOC pour veiller au respect des exigences en matière de sûreté sur tous les plans de la conception, de la construction, de l'exploitation, etc. Tous les domaines de sûreté et de réglementation sont couverts.
 - Principalement élaborés pour les réacteurs refroidis à l'eau
 - Ensemble complet de guides de présentation d'une demande de permis
 - Préparation de l'emplacement (REGDOC 1.1.1) et Exploitation (REGDOC 1.1.3 – presque terminé)

« Il est reconnu que des technologies particulières peuvent recourir à des approches différentes. 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 de sûreté de haut niveau et aux exigences de gestion en matière de sûreté associés à ce document d'application de la réglementation. Toutefois, l'examen par la CCSN d'une telle conception sera effectué au cas par cas. » REGDOC 2.5.2]



Cadre de réglementation – Améliorations en cours

- Améliorer le cadre de réglementation existant pour qu'il soit axé sur des objectifs et suffisamment souple pour pouvoir englober de nouveaux types de réacteur
 - Il faut accroître la clarté et fournir des processus sur la façon d'évaluer les solutions de rechange proposées par les demandeurs.
 - Il faut un mécanisme officiel pour documenter l'OPEX dès son acquisition pour des mises à jour éventuelles au cadre de réglementaire.

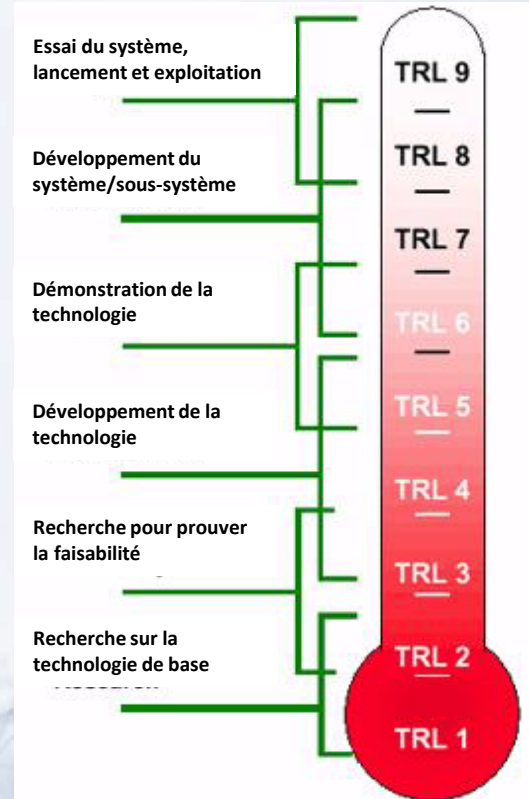


Cadre – Personnes – Processus

Processus

Ce dont nous disposons : Installations prototypes

- Stratégie d'autorisation axé sur le risque
- Un demandeur pourrait vouloir utiliser une installation prototype dans le cadre du développement de la technologie pour un réacteur novateur.



D'après les niveaux de préparation sur le plan technologique (TRL) du USDOE

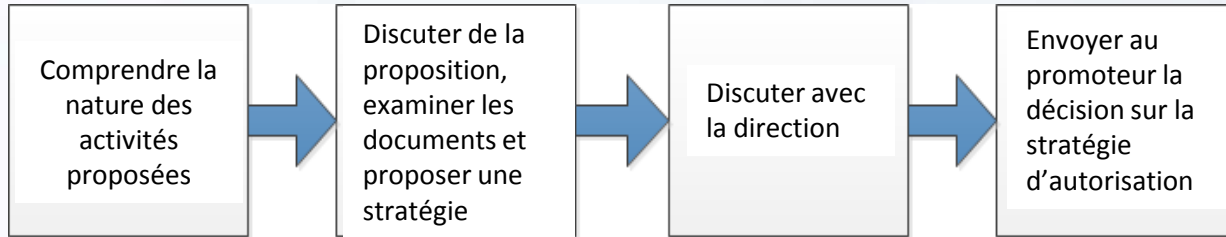


Cadre – Personnes – Processus

Processus

Ce dont nous disposons (suite)

- Approche pour déterminer la stratégie d'autorisation pour les applications novatrices



- La proposition est évaluée en fonction des dangers, de sa complexité et de ses aspects novateurs.
- La stratégie d'autorisation fournit :
 - Recommandation sur les règlements, les guides de présentation d'une demande, les REGDOC et le principal secteur d'activités responsable de l'autorisation qui conviennent le mieux à la proposition
 - Recommandations sur la portée et l'étendue de l'examen pour chaque DSR
- Les fournisseurs de PRM ont été informés des renseignements à fournir à l'appui de ce processus.



Cadre – Personnes – Processus

Processus

Ce que nous devons améliorer

- Revoir les processus pour confirmer qu'ils sont adaptés au défi
 - Affectation de ressources en fonction du risque aux fins d'autorisation et de conformité
- Évaluation du besoin de nouveaux processus
 - Exemple :
 - État de préparation relatif à la capacité et aux compétences de l'effectif
 - Rétroaction de l'expérience de l'EDF dès son acquisition
 - Capacité et compétences relatives à l'inspection du fournisseur
 - Documentation des leçons tirées pour les prochaines étapes de l'autorisation



Cadre – Personnes – Processus

Effectif

À notre disposition

- Personnel très scolarisé
- Capacité et compétences
 - Capacité pour des projets de sûreté nucléaire
 - Aidera à établir les bases et à cerner les lacunes au chapitre des connaissances concernant les technologies des nouvelles constructions
 - Passer des marchés avec des organisations de formation spécialisée pour renforcer la capacité
 - Argonne National Labs : technologie de réacteur à sels fondus
 - Idaho National Labs : réacteurs refroidis au sodium



Cadre – Personnes – Processus

Effectif

À notre disposition (suite)

- Coopération internationale
 - Effectuer des analyses comparatives, fournir de l'information et en échanger avec d'autres pays qui font face à des défis similaires, et ce, dans le cadre d'un certain nombre de forums
 - Forum de l'AIEA sur les PRM, GTRNR, groupe de travail de l'AEN sur les PRM, MDEP, GSRA, forum bilatéral avec la NRC des États-Unis
 - Ententes bilatérales avec le USDOE : formation sur les réacteurs à sels fondus et les réacteurs refroidis au gaz
- Souplesse
 - Groupes d'experts pour examiner les ECF (peut être appliqué aux futures phases d'autorisation)
 - Expertise en gestion de projet (excellente surveillance des projets)
 - Temps alloué aux spécialistes pour de l'autoformation



Établissement des priorités

- Cerner les défis dès le début du processus, voir le DIS-16-04 :
 - Au fil du temps, il est probable que d'autres défis surgiront.
 - Il faut se doter d'un processus de priorisation.
- **Priorité actuelle :**
 - Défis découlant des nouveautés dans la conception (avant l'autorisation)
 - Déterminer l'état de préparation
- **Les priorités changeront pendant le déploiement :**
 - Les premiers modules seront des prototypes ou des installations de démonstration, probablement sur un site « contrôlé »
 - Accent sur l'établissement de l'OPEX et la démonstration économique
 - Les défis ne surviendront pas au début du déploiement
 - Le déploiement posera des défis différents pour les modules suivants
 - Lieu, approche de déploiement, sécurité, modèles opérationnels, etc.



Défis en matière de réglementation cernés dans le DIS-16-04

Pertinence du moment

Examen de la conception

- R-D pour étayer le dossier de sûreté
- Garanties
- ADS/EPS
- Défense en profondeur et atténuation des conséquences des accidents
- Sécurité du site
- Déchets et déclassément
- Structures de génie civil sous la surface
- Système de gestion
- Interface homme-machine

EE et PPE

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

Permis de construction

- Approche pour l'autorisation d'un réacteur de démonstration
- Réacteurs transportables

Permis d'exploitation

- Système de gestion : effectif de quart minimal
- Recours accru à l'automatisation/interface homme-machine
- Garanties financières

Le rapport sur ce que nous avons entendu sera publié à la fin de septembre 2017.



Activités en cours

- Résultats liés au document de travail
 - Circulation du Rapport sur ce que nous avons entendu
 - Circulation du tableau de disposition des commentaires
- Documentation de la stratégie de préparation
- Consultation à propos des modifications au *Règlement sur la sécurité nucléaire*
- Atelier sur l'approche graduelle



Conclusions

- Le cadre de réglementation existant convient à l'autorisation des technologies avancées :
 - Offre la souplesse nécessaire pour s'adapter aux nouveaux types de réacteur
 - Requiert de solides processus (système de gestion) et un effectif compétent
- Élaboration d'une stratégie pour expliquer notre approche; la priorisation des efforts aidera à clarifier la réglementation
- Le CDRMA exercera un leadership auprès de la haute direction pour jeter les bases de la réglementation visant les réacteurs modulaires avancés.



ANNEXE

EXAMENS DE LA CONCEPTION DE FOURNISSEUR

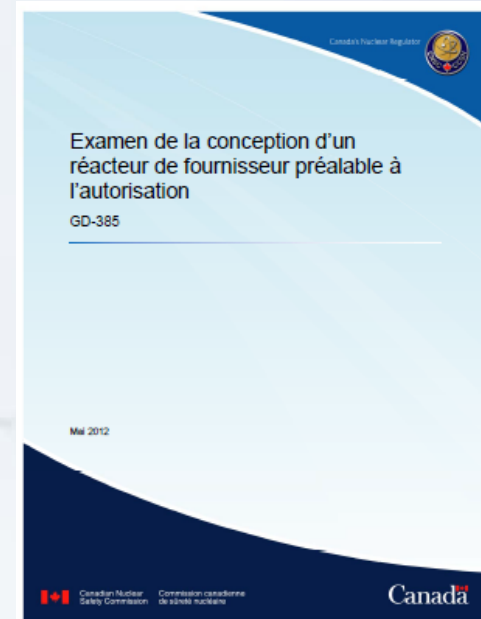


Examen de la conception d'un réacteur de fournisseur préalable à l'autorisation

- **Portée prédéfinie des étapes de l'examen**
 - Assure l'équité et la prévisibilité des résultats, de la rapidité d'exécution et du coût
 - Offre une certaine souplesse au fournisseur pour ajouter des sujets

Les résultats ne peuvent pas limiter la portée de la décision rendue par la Commission dans le cadre d'un processus d'autorisation futur.

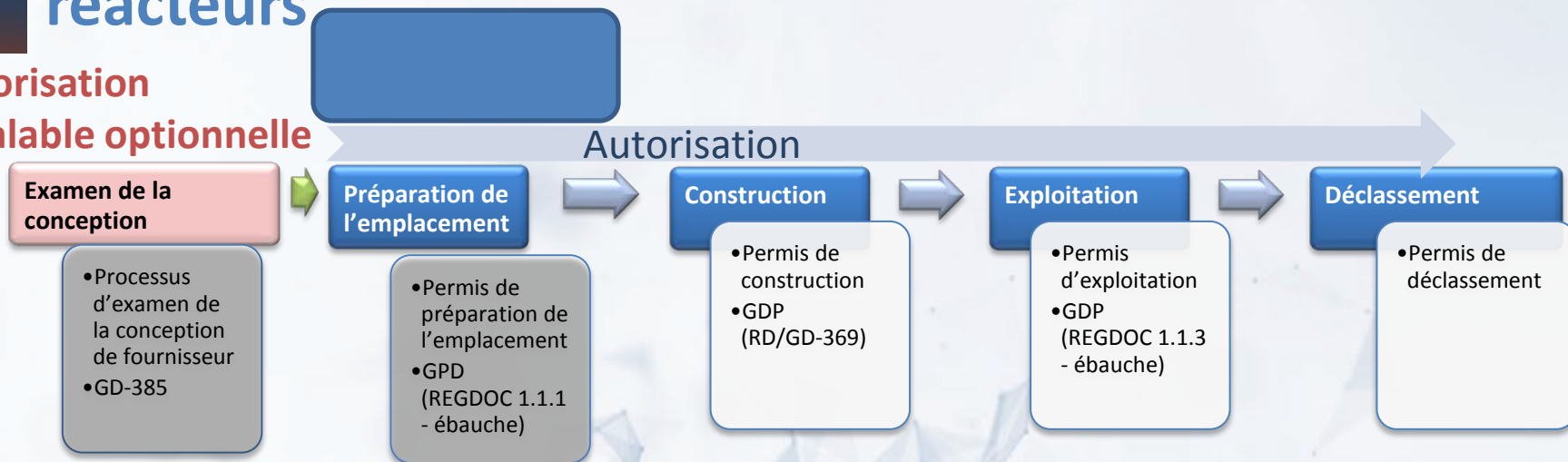
- **3 phases d'examen possibles**
 - Phase 1 : Achèvement de la conception technique
~ 18 mois
 - Phase 2 : Conception des systèmes bien entamée
~ 24 mois
 - Phase 3 : Habituellement pour des sujets précis lorsque la conception avancée est en cours et la phase 2 achevée





Examen de la conception de fournisseur et étapes d'autorisation d'une nouvelle installation dotée de réacteurs

**Autorisation
préalable optionnelle**



Exemple d'autorisation (ci-dessus) – Possible de combiner des permis

L'ECF fournit de l'information qui peut servir à guider l'autorisation pour un projet précis.



ECF - Avantages

- Un VDR permet à des fournisseurs et des services publics de communiquer ainsi que de cerner et de régler des questions réglementaires tôt dans le processus, ce qui permet de retarder le moins possible l'autorisation et la construction de l'installation :
 - Demandes de permis de meilleure qualité
 - Processus d'autorisation efficace
 - Aide les décideurs à quantifier les risques inhérents au projet (guide l'estimation des coûts et du calendrier)



ECF – Avantages (2)

- Les résultats du processus d'ECF peut servir à orienter les activités d'autorisation.
- En présumant que le fournisseur communique les résultats avec les services publics intéressés, ces derniers peuvent préparer leurs propres demandes d'autorisation à partir des renseignements obtenus grâce au processus d'ECF. La compréhension de ces résultats les aideront déterminer d'où pourraient provenir les risques associés au projet, comme :
 - les ajustements à apporter à la conception pour qu'elle respecte les exigences
 - où les services publics doivent accorder une attention particulière



Examen de la conception de fournisseur – sujets abordés

1	Description générale de l'installation, défense en profondeur, objectifs de sûreté, critères d'acceptation des doses	11	Conception de l'enveloppe de pression
2	Classification des structures, systèmes et composants	12	Protection-incendie
3	Conception nucléaire du cœur du réacteur	13	Radioprotection
4	Conception et qualification du combustible	14	Criticité hors cœur
5	Système de contrôle et installations	15	Robustesse, garanties et sécurité
6	Système d'arrêt d'urgence	16	Programme de recherche et développement du fournisseur
7	Refroidissement d'urgence du cœur et systèmes de retrait de la chaleur	17	Système de gestion du processus de conception et assurance de la qualité de la conception et de l'analyse de la sûreté
8	Enceinte de confinement, structures de confinement et ouvrages de génie civil importants pour la sûreté	18	Facteurs humains
9	Accidents hors dimensionnement (AHD) et accidents graves	19	Intégration du déclassement dans les facteurs de conception
10	Analyse de la sûreté (APS, ADS, dangers)		



Phase 1 – ECF en cours

ECF n°	Pays d'origine	Entreprise	Type de réacteur/ production par réacteur
1	Canada/ États-Unis	Terrestrial Energy	Sels fondus/200 MWé
2	États-Unis/ Corée/ Chine	UltraSafe Nuclear/Global First Power	Gaz à haute température et à blocs prismatiques /5 MWé
3	Canada	LeadCold	Plomb fondu – réacteur à spectre neutronique rapide/3 – 10 MWé
4	États-Unis	Advanced Reactor Concepts	Sodium – réacteur à spectre neutronique rapide/100 MWé
5	Royaume-Uni	U-Battery	Gaz à haute température et à blocs prismatiques/4 MWé
6	Royaume-Uni	Moltex Energy	Sels fondus /~1000 MWé
7	Canada/ États-Unis	StarCore Nuclear	Gaz à haute température et à blocs prismatiques/10 MWé





Merci!

