

Définition du projet - Reconstruction après un accident nucléaire

DOMAINE THÉMATIQUE : Mesures et interventions d'urgence nucléaire

SOUS-DOMAINE THÉMATIQUE : Développer des capacités de modélisation des accidents graves et des interventions d'urgence

DOMAINE DE PROGRAMME DE LNC : Sécurité **RESPONSABLE DE PROJET :** Alexandre Trottier

CHERCHEUR PRINCIPAL : Geoffrey Edwards

DÉBUT : 2019/04/01 **FIN :** 2019/09/30

PARTIES INTÉRESSÉES : LNC/GMU, AIEA, CCSN, EAEL

INTERVENANT PRINCIPAL : CCSN

Contexte : Un grave accident survient en raison d'un bris dans une gaine de combustible qui expose le métal ou le combustible nucléaire d'oxyde au réfrigérant ou à l'air après une explosion chimique externe ou une accumulation de chaleur dans le combustible, trop rapide pour être extraite par le réfrigérant, créant ainsi le potentiel de propagation de contaminants radioactifs. **Un tel accident grave est survenu dans le réacteur NRX en 1952;** le seul accident grave ayant produit d'importants rejets extérieurs d'un réacteur modéré à l'eau lourde. LNC est bien placé pour élaborer un modèle détaillé de l'évolution de l'accident, en raison des dossiers hérités de l'exploitation du réacteur et des débris de l'accident dans ses aires de gestion des déchets. Un tel modèle serait un excellent test des capacités de modélisation d'accident grave et permettrait de valider les données servant à évaluer les codes.



Objectif du projet :

Déterminer le caractère complet de l'information pour construire et valider un modèle de l'accident.

Travaux réalisés

- **Tâche 1 :** Évaluation des données d'exploitation du réacteur avant et pendant l'accident **Tâche 3 :** Recherche sur l'emplacement des barres de combustibles endommagés et l'eau de refroidissement contaminée

Travaux futurs

- **Tâche 2 :** Évaluation de la capacité du code de modélisation d'accident grave « Melcor » pour déterminer l'ampleur des dommages attendus aux barres de combustible.

Tâche 1 : Examen de la documentation

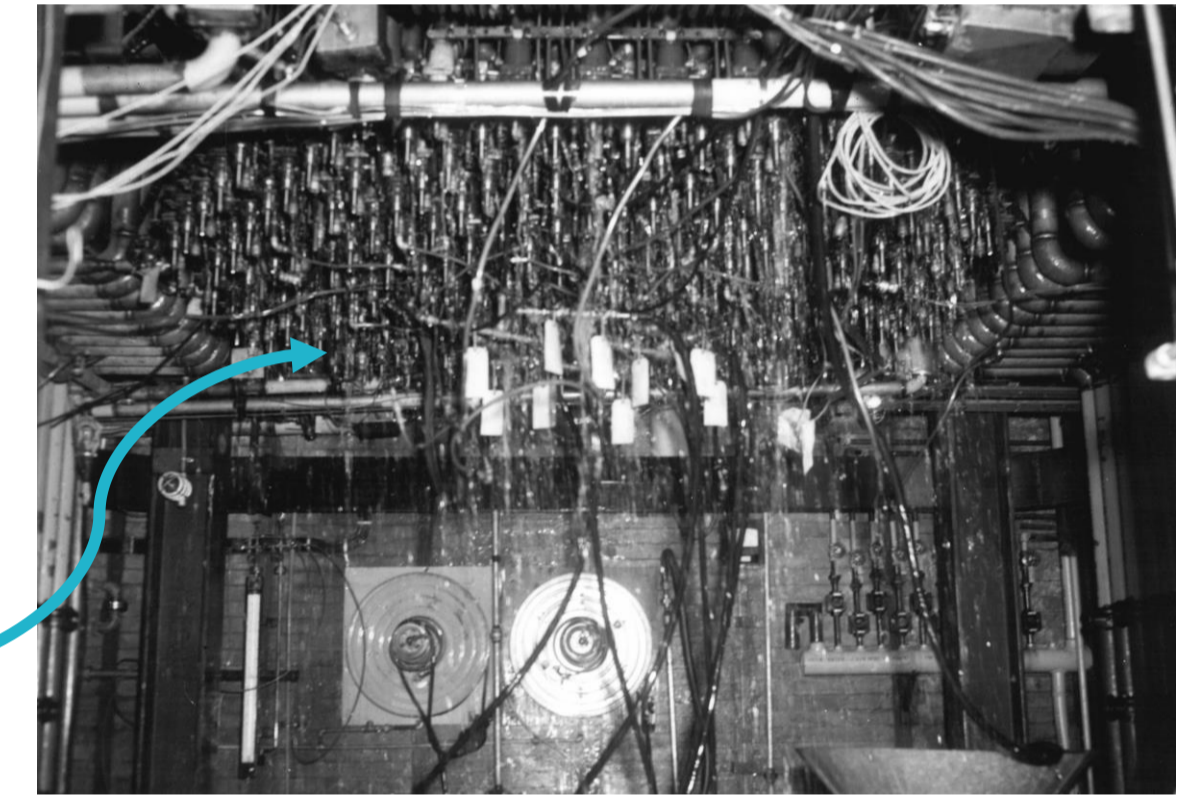
Cette tâche a permis de déterminer qu'il y a assez de détails de l'état exact du réacteur, avant, pendant et après l'accident, enregistrés après pour modéliser l'accident. Une brève description de l'accident est présentée.

- Le réacteur a été arrêté; il était en redémarrage à basse puissance pour une expérience qui nécessitait le refroidissement de plusieurs barres de combustible par des tuyaux externes. Ces tuyaux fournissaient assez de réfrigérant pour une exploitation à haute puissance.
- La procédure normale était de soulever toutes les barres d'arrêt, puis de remplir lentement le réservoir d'eau lourde jusqu'au point critique. Toutefois, puisque l'expérience exigeait que le réacteur atteigne l'état critique au niveau normal d'eau lourde, et que réacteur était en état de réactivité supérieure en raison de l'arrêt, seulement cinq barres d'arrêt ont été soulevées. Les barres devaient être installées manuellement.
- Pendant cette installation manuelle, le réacteur s'est déclenché, et les barres d'arrêt sont descendues dans le cœur. Un opérateur a été envoyé au sous-sol pour préparer l'équipement de reprise de la procédure manuelle, mais, comprenant mal les directives, **il a commencé à soulever toutes les barres d'arrêt manuellement.**
- Le superviseur de la salle de commandes a quitté son poste pour aller au sous-sol et arrêter le mécanisme pneumatique des barres élevées, s'attendant à ce que la gravité les redescende dans le cœur. Mais, n'ayant jamais été testées pour une insertion par gravité seule, trois des barres d'arrêt ne sont descendues que partiellement, avant de se coincer. **Personne n'a pensé que ces trois barres d'arrêt resteraient hors du cœur.** Il était alors ~3:07, vendredi après-midi.

Tâche 3 : Résultats de l'accident

Pendant l'accident, et peu après, les événements suivants sont survenus :

- Quelques barres de combustible ont fondu, certaines se retrouvant prises dans les canaux de calandre.
- Peu après les excursions de puissance, des explosions hydrogène/oxygène surviennent dans plusieurs canaux d'écoulement. Les explosions ont affecté la gaine de combustible et les canaux d'écoulement et de calandre de plusieurs barres.
- Il y a eu des fuites majeures à la base de la calandre, permettant au réfrigérant de **s'écouler des canaux d'écoulement endommagés vers le sous-sol du bâtiment du réacteur.**



Quelques heures après l'accident, **une impulsion de pression causée par une explosion de gaz dans la calandre** est retournée par les conduits et les vannes vers le « gazomètre », un système de maintien d'un gaz de couverture à pression constante sur l'eau lourde dans la calandre, et l'a détruit.

Temporairement, le réfrigérant a été mis au haut des canaux endommagés, soit environ une douzaine en tout. Cette eau fortement radioactive ne pouvait pas être rejetée dans la rivière Ottawa et a commencé à remplir le sous-sol du NRX. Des dispositions ont été prises pour bâtir un pipeline qui recueille l'eau du bas de la calandre pour l'acheminer vers un bassin naturel dans une des aires de gestion des déchets. Un travail ne peut passer plus de 90 secondes dans cet environnement radioactif, ce qui nécessite la contribution de : la majorité du personnel d'EAEL, l'Armée canadienne, l'Aviation royale et la marine américaine.

Après l'accident, les événements suivants sont survenus :

- Une bouffée de gaz radioactifs est remontée dans la cheminée du réacteur.
- L'eau radioactive contenant 10 000 curies de radioisotopes (75 % Sr-90 et Cs-137) a été pompée sur un mille vers un bassin sablonneux dans une aire de gestion des déchets.
- Les barres de combustible endommagées ont été retirées et enfouies dans des tranchées peu profondes dans la même aire de gestion des déchets. (Elles ont été retirées en 2005 et réenfouies dans des « silos verticaux » chemisés d'acier à un autre emplacement au LNC).
- La calandre a été retirée par une grue, descendue dans un sac en toile, puis transportée et **enfouie dans la même aire de gestion des déchets** par un camionneur protégé par un mur de plomb.



Incident	Heure (soir)
Le superviseur téléphone à la salle des commandes et demande de soulever quatre barres d'arrêt de la banque de sûreté 1. Par erreur, un bouton est également enfoncé, qui a pour effet de purger la pression d'air de la barre d'arrêt servant à son insertion pneumatique.	03:07:00
La sortie des sept barres d'arrêt du cœur (y compris les trois non prévues) entraîne le réacteur en phase supercritique. La puissance double chaque ~2 s, d'un niveau très bas (~100 W).	03:07:01
Lorsqu'il est déterminé que la puissance est hors de contrôle, le système d'arrêt pneumatique est activé, mais il n'y a pas de pression d'air, les barres de la banque de sûreté ne descendent pas, à l'exception d'une seule barre, qui descend lentement dans le cœur par gravité.	03:07:20
L'élévation de puissance commence à ralentir, se stabilisant à environ 15 MW (moitié de la pleine puissance) en raison de l'influence de la lente descente de la barre d'arrêt.	~3:07:25
Le réfrigérant des sites alimentés par des tuyaux externes s'évapore, augmentant la réactivité et entraînant la reprise de l'élévation exponentielle de la puissance.	03:07:30
La puissance atteint 30 MW (pleine puissance) Le déversement d'eau lourde est enclenché comme mesure d'arrêt d'urgence.	03:07:44
L'effet du déversement d'eau lourde est trop lent pour arrêter une élévation supplémentaire de la puissance à ~90 MW.	03:07:49
Le réacteur est arrêté et de retour à une puissance faible.	03:08:02

