

Technologies de transport thermique et de sécurité passive du PRM

Chuk Azih (responsable de projet), Geoff Waddington (responsable technique)

VUE D'ENSEMBLE DU PROJET

OBJECTIF : Acquérir des capacités informatiques et expérimentales à LNC pour l'analyse des fonctionnalités de sécurité passive proposées par diverses technologies de PRM

INITIATIVES ET PRIORITÉS : Soutenir l'acquisition de nouvelles technologies liées à l'énergie
Établir des marges de sécurité intégrées pour les installations de démonstration de la technologie des nouveaux réacteurs et évaluer les effets du vieillissement sur les marges de sécurité

INTERVENANTS : EACL, CCSN, RNCAN

RÉSULTATS ATTENDUS : Capacité à régler les problèmes liés à une variété de systèmes d'élimination de chaleur passive et à traiter avec les fournisseurs de ces systèmes

CONTEXTE

Les technologies des petits réacteurs modulaires (PRM) permettent d'améliorer la sécurité par rapport aux réacteurs existants en employant des systèmes de sécurité passifs qui n'ont pas besoin de sources d'alimentation électrique ou d'intervention de l'opérateur en cas d'accident.

La majorité des nouveaux concepts de PRM emploie des systèmes de sécurité passifs qui combinent la convection naturelle, le rayonnement, la dilatation thermique ou les effets capillaires comme principal mécanisme de dissipation de la chaleur.

Bien que les systèmes de sécurité passifs améliorent grandement la sécurité du réacteur, l'ensemble des aspects techniques et les limites ne sont pas bien compris.

RÉALISATIONS

Capacités

Installation à émissivité haute température
Appareil de test de refroidissement de réacteur à caloduc
Installation de test de sécurité passive à boucle couplée
Appareil de circulation naturelle de sel fondu
Vélocimétrie par résonance magnétique à simulation de grande turbulence
Simulation de boucles de circulation naturelle à l'eau, au sel ou à fluides de travail métalliques

Collaborations

Natural Convection Shutdown Test Facility (NSTF) à Argonne National Labs. Échange de données et construction de boucles complémentaires
Installation d'imagerie par résonance magnétique (IRM) à l'Université McMaster
Capacité de vélocimétrie par résonance magnétique au Canada

RÉSULTATS : (Conception et mise en service)

Conçu une boucle expérimentale de convection naturelle de sel fondu chlore/fluor pour l'étude des instabilités de la circulation naturelle.
Élaboration de dispositifs de mesure non intrusifs.

- Accru la plage de températures de l'appareil de mesure d'émissivité à cloche sous vide de 900 °C à 1400 °C pour aborder les écarts de refroidissement de combustible dans le RHTRG.
- Poursuivi la conception d'un spécimen d'essai de graphite.

Déterminé et obtenu des outils de simulation pour évaluer les systèmes passifs. Déterminé les possibles conditions de simulation et les données expérimentales.



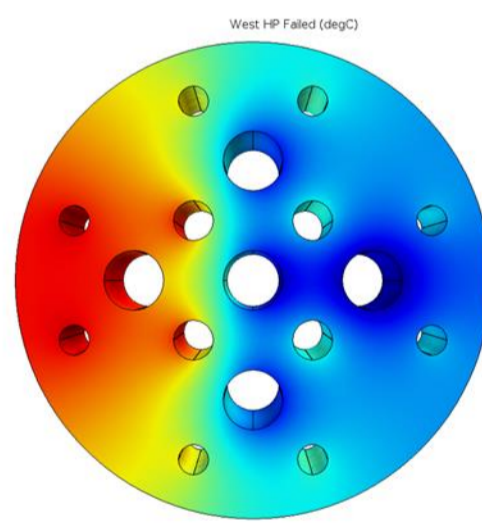
RÉSULTATS : (Revoir et concevoir)

- Documenté l'étude de la littérature liée aux systèmes passifs :
Réacteurs à caloduc
Réacteurs à sel fondu (RSF)
Réacteurs refroidis par sel fondu
Réacteur haute température refroidi par gaz (RHTRG)
- Terminé la conception préconceptuelle pour réutiliser la boucle de refroidissement passive à l'eau conçue pour le programme Gen-IV

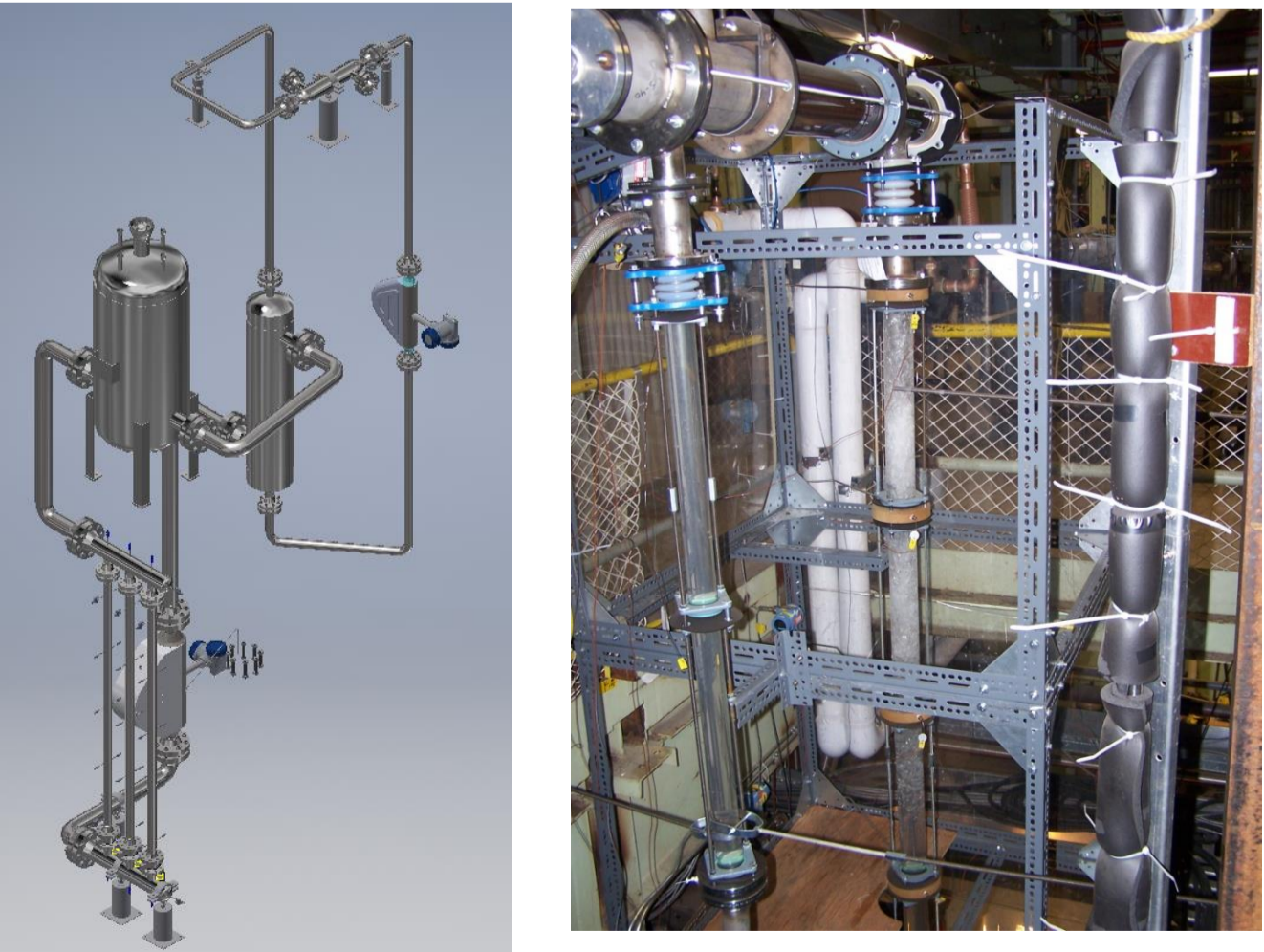
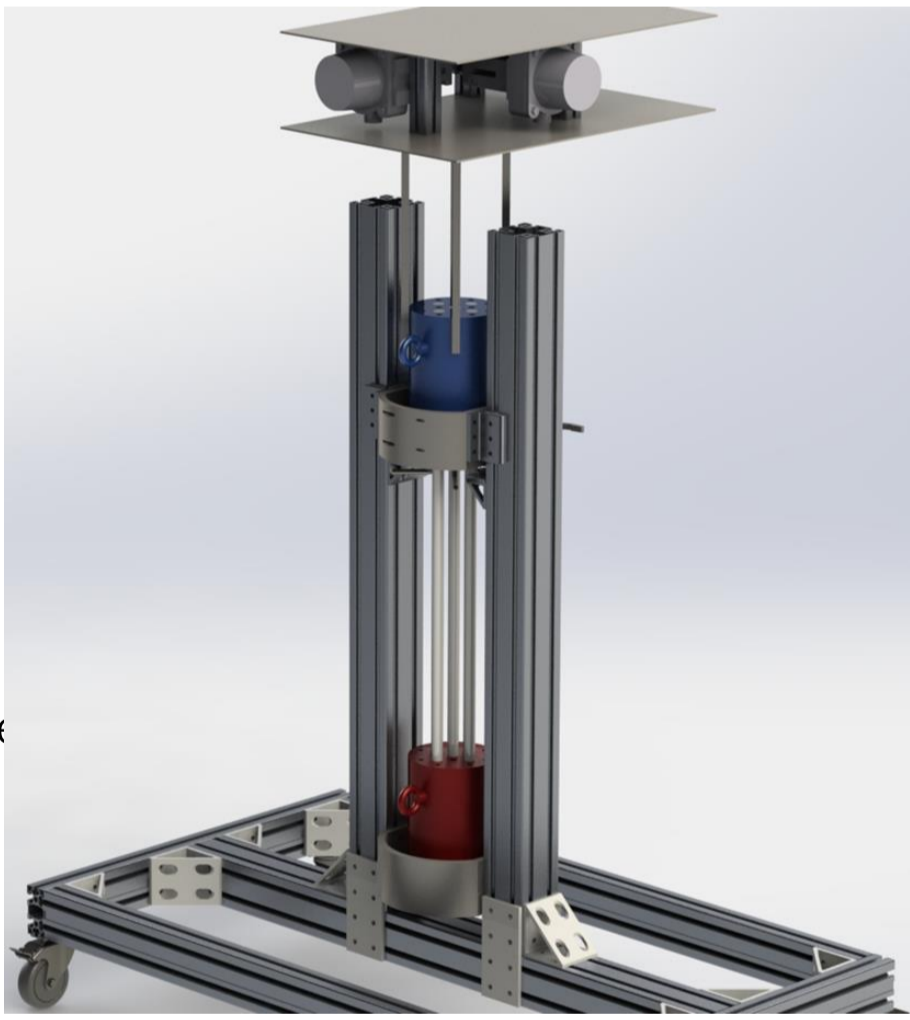
JALONS ET RÉSULTATS

- Terminé :** Déterminé le phénomène d'intérêt pour le plan de simulation et d'analyse
 - Réalisé le premier test de métal fondu
 - Modifié la boucle passive du PRM
-
- Terminé :** Examen de quatre documents d'étude liés aux systèmes de sécurité passifs dans les petits réacteurs :
Systèmes passifs de RHTRG; systèmes passifs de RSF; systèmes passifs de PRM refroidis par eau; systèmes passifs de PRM refroidis par métal fondu ou caloduc.
 - Analyse de mise à l'échelle fluide à fluide pour les boucles de circulation naturelle
 - Étudié la faisabilité de techniques de mesure non intrusives pour le PRM

- Conçu et construit un appareil de test de caloduc pour étudier la capacité de dissipation thermique en cas de défaillance de caloduc simple ou double, et les conditions de charge thermique transitoires. Utilisé le sodium (liquide et vapeur) comme fluide caloporteur.



Défaillance du caloduc ou
État stable
Réchauffeurs à 70 %
Caloducs à 81 %



- Conception et construction d'une installation de sécurité passive à boucle couplée. Capacité d'études des systèmes de refroidissement de la cavité du réacteur (RCCS) et de système de refroidissement auxiliaire du réacteur direct (DRACS) Eau, air et fluides de travail Dowtherm-A.