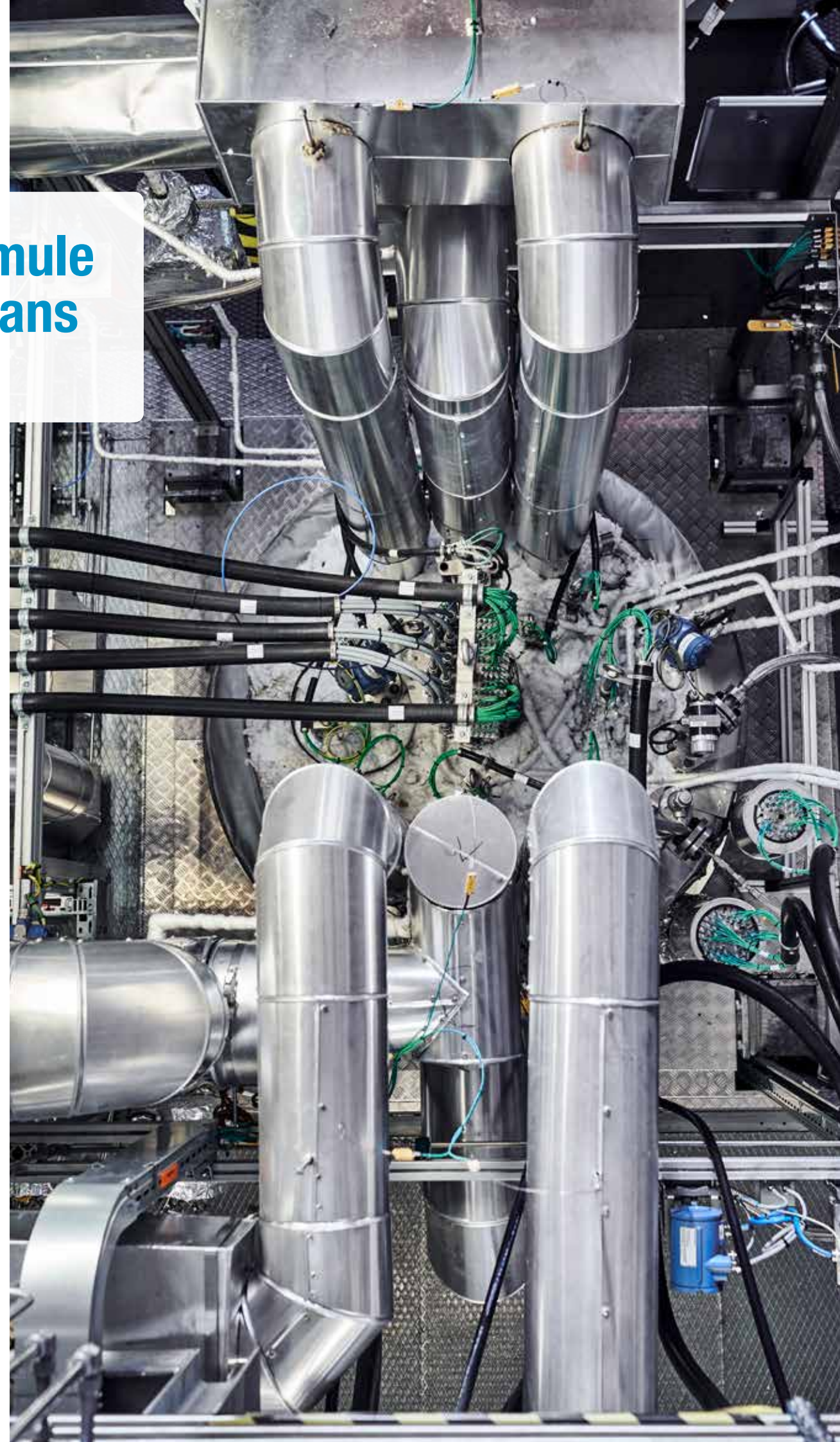


Le mini-MYRRHA simule le refroidissement dans le réacteur

Le site du SCK•CEN à Mol propose l'unique modèle intégral réduit au monde d'un réacteur nucléaire refroidi avec un alliage liquide plomb-bismuth : E-SCAPE. Grâce au modèle à l'échelle 1/6, les chercheurs simulent le refroidissement du réacteur de recherche innovant MYRRHA. Les résultats montrent que le refroidissement reste garanti.

MYRRHA produira des radio-isotopes médicaux, facilitera la recherche sur les matériaux pour les réacteurs de fission et de fusion et fera un grand pas en avant dans la fermeture du cycle du combustible nucléaire. Le SCK•CEN applique le principe de la transmutation à ce dernier. « La transmutation convertit les déchets hautement radiotoxiques à vie longue - lesdits actinides mineurs tels que le neptunium, l'américium et le curium - en produits de fission moins radiotoxiques de vie plus courte grâce à la fission nucléaire », explique l'ingénieure en nucléaire Katrien Van Tichelen. Si la transmutation allège donc les exigences en matière de stockage géologique, elle ne fonctionne pas dans les réacteurs à refroidissement par eau actuels. Dans ces réacteurs, la probabilité d'absorption - l'atome absorbant le neutron pour s'alourdir - est en effet supérieur à la probabilité de fission de certains atomes. « Ces atomes lourds contribuent beaucoup à la radiotoxicité des déchets et ont une durée de vie plus longue. Les neutrons rapides réussissent à fissionner ces noyaux lourds », explique Katrien.



L'eau modère, ralentit les neutrons rapides et empêche la fission des actinides mineurs. « Dans ces circonstances, la transmutation ne peut avoir lieu », explique Katrien. Dans la conception de MYRRHA, un mélange eutectique de plomb (44,50 %) et de bismuth (55,50 %) refroidira le noyau sans freiner les neutrons rapides. « Le liquide de refroidissement circule dans le cœur du réacteur, y absorbe de la chaleur, monte et rejette cette chaleur dans les échangeurs de chaleur, puis retombe dans le cœur. Voilà comment le cœur du réacteur est refroidi. »

Refroidissement par convection naturelle

Les températures dans le cœur du réacteur doivent respecter certaines limites en toutes circonstances. « Pour tester cela, nous avons conçu E-SCAPE : un modèle réduit expérimental à l'échelle 1/6 de MYRRHA, ou un mini-MYRRHA », explique Katrien. La configuration de E-SCAPE est - tout comme MYRRHA même - du type dit de piscine (« pool »). Cela signifie que tous les composants - le cœur du réacteur, les pompes et les échangeurs de chaleur - sont immergés dans le liquide de refroidissement. « Pour simuler la chaleur du cœur du réacteur, nous avons placé des éléments chauffants électriques dans E-SCAPE. Ces éléments chauffants sont disposés en cinq anneaux et ont une capacité totale de 100 kilowatts pour un volume de 30 litres. Avec environ 300 capteurs, nous surveillons les températures dans la cuve et nous les répertorions », explique le chercheur Fabio Mirelli. Des parties du modèle réduit sont systématiquement désactivées pour simuler les circonstances accidentelles. « Et si une pompe venait à tomber en panne ? Que se passe-t-il si un échangeur de chaleur ne fonctionne pas suffisamment ? Le phénomène de convection naturelle s'enclenche-t-il ? Pouvons-nous garantir le refroidissement du cœur du réacteur ? Ce sont des informations importantes pour la conception et l'analyse de sûreté du réacteur de recherche MYRRHA. »



Fabio Mirelli, chercheur au SCK•CEN

« Nos expériences fournissent des informations importantes pour la conception et l'analyse de la sûreté de MYRRHA. »



Par convection naturelle, on entend l'écoulement d'un liquide, résultant d'une différence de température entraînant une différence de densité. « Le liquide chaud a une densité plus faible et remonte à la surface, tandis que le liquide froid coule au fond en raison de sa densité plus élevée », explique Katrien. En 2018, les premiers résultats de l'expérience à grande échelle ont été obtenus. « Le système fonctionne. Le refroidissement par convection naturelle est plus que suffisant pour évacuer la chaleur résiduelle. Même lorsque nous arrêtons les pompes, le refroidissement reste garanti », affirment les deux chercheurs. Les scientifiques analyseront les données en détail au cours des prochains mois.

Katrien Van Tichelen, ingénieure nucléaire au SCK•CEN



Des bruits rassurants

Les deux chercheurs ont passé beaucoup de temps l'an dernier près de E-SCAPE. « En été, il fait 30 à 35°C », explique Fabio Mirelli. Une température carabinée accompagnée d'un bruit continu des pompes. « Ce bruit devient rassurant au bout d'un moment. C'est comme le moteur de votre voiture. Vous pouvez dire au son si tout fonctionne normalement. Donc, je tiens vraiment à entendre ces bruits de pompe. » Une fois l'expérience en cours, il suffit aux chercheurs de garder un œil sur la situation et d'analyser les données enregistrées. Pour avoir une idée encore meilleure des modèles d'écoulement du mélange de plomb et de bismuth, les chercheurs planifient les mesures en 2019 avec des capteurs de vitesse à ultrasons. À plus long terme, les chercheurs vérifieront également les conditions chimiques de l'alliage liquide dans E-SCAPE. « Nous disposons alors d'une mine d'informations et de données indispensables pour pouvoir exprimer ce que nous attendons de l'exploitation du réacteur de recherche MYRRHA », conclut Fabio.

La technologie

Faire office de pionnier

Le SCK•CEN est un berceau de la technologie et de l'innovation. Grâce à nos infrastructures uniques, nous sommes en mesure de mener des expériences révolutionnaires et de développer des technologies de pointe. Pourtant, l'innovation ne découle pas uniquement des connaissances acquises ou des technologies mises au point. L'innovation est aussi le fruit de la créativité et de la motivation de nos collaborateurs. C'est indispensable si l'on souhaite créer l'inspiration ainsi que des opportunités dans le but de trouver des solutions efficaces pour la société.

Marc Schyns

Directeur d'institut
Systèmes nucléaires avancés

