



Réacteur de recherche ZED-2

Le réacteur de recherche à deutérium à énergie nulle – 2 des LNC (ZED-2, pour *Zero Energy Deuterium*) est un réacteur polyvalent de recherche de faible puissance, à réservoir modéré à l'eau lourde, qui a atteint la criticité la première fois en 1960. Le pas variable du réacteur et la facilité d'accès à son cœur, ainsi que les installations de comptage qui y sont associées font en sorte que ce réacteur est un outil idéal pour effectuer des mesures physiques et des études sur le combustible. Puisque le modérateur est propre et que son activité est extrêmement faible, l'équipement neutronique calibré dans le réacteur peut être retourné au client dès le lendemain de son irradiation.

Le réacteur ZED-2 a été utilisé pour confirmer la conception de la physique de tous les réacteurs de puissance du Canada. Le réacteur ZED-2 a été construit pour la mise à l'essai des assemblages de combustible de la première centrale nucléaire du Canada, la Centrale expérimentale d'énergie atomique. Le réacteur ZED-2 a appuyé le développement de l'industrie CANDU® par la mise à l'essai d'une vaste gamme de configurations de grappes de combustible et d'assemblages de combustible à une faible puissance, habituellement à une puissance indiquée entre 5 et 120 watts, dans diverses conditions de fonctionnement et dans des scénarios de simulation d'accident.

Ce réacteur est constitué d'un grand réservoir d'aluminium entouré d'un réflecteur de graphite et d'un blindage de béton. Les assemblages de combustible sont suspendus dans la calandre à partir de poutrelles d'acier, le combustible pouvant être disposé selon à peu près n'importe quelle configuration. Ces assemblages sont habituellement composés de piles de 5 grappes de combustibles de 50 cm chargées dans un canal composé de deux tubes scellés. Ces tubes sont conçus pour simuler la pression et les tubes de calandre typiques des réacteurs de puissance CANDU. Ces conduits peuvent être remplis avec un caloporteur qui peut être de l'eau légère, de l'air ou de l'eau lourde, pour simuler les caloporteurs et les possibles scénarios d'accidents dans un réacteur de puissance. Il y a également sept canaux à haute température pouvant être pressurisés jusqu'à 8,6 MPa à une température de 300 °C, dont le caloporteur est constitué de CO₂, de D₂O ou de H₂O. La puissance maximale du ZED-2 correspond à un flux neutronique d'environ 1×10^9 neutrons par cm² par seconde au centre du cœur.

Au fil des ans, un grand nombre de combustibles et de conceptions de type expérimental ont été mis à l'essai dans le réacteur ZED-2, des grappes d'oxyde d'uranium naturel ayant diverses géométries, diverses grappes de combustible d'uranium sous forme de métal, de siliciure et de





carbure. Aujourd'hui, le réacteur ZED-2 sert à mettre au point le réacteur CANDU 6[®] évolué (EC6[®]) et les cycles de combustible de pointe. Le ZED-2 est également utilisé pour la mise au point, la caractérisation et l'étalonnage des détecteurs de flux à l'intérieur et à l'extérieur du cœur destinés aux réacteurs de puissance.

Le réacteur ZED-2 est exploité par les membres de la direction de la Division des opérations des installations de R et D. La Direction générale de la physique appliquée dans les Laboratoires de Chalk River des LNC vient appuyer le ZED-2 grâce à son laboratoire de comptage et à son expertise en physique des réacteurs. En plus d'avoir des connaissances pratiques concernant l'exploitation de l'installation, les employés affectés au ZED-2 et à la Direction générale de la physique appliquée ont une connaissance approfondie de la physique des réacteurs et sont capables de mettre à profit l'expertise existante dans ce domaine pour l'amélioration de n'importe quel projet.

Le ZED-2 est en voie de devenir une installation de recherche et d'établir des liens de collaboration avec l'industrie afin de fournir des services d'appui en recherche et développement et des services d'étalonnage pour les appareils de surveillance du rayonnement; et avec les universités et les établissements de recherche pour contribuer à l'évolution des bibliothèques de données nucléaires, de la validation de programmes, des applications de dosimétrie et de la recherche sur les combustibles. De plus, le ZED-2 continuera d'héberger l'école de physique des réacteurs expérimentaux qui permet aux étudiants universitaires de faire l'expérience concrète de la recherche en physique des réacteurs.

EXEMPLE DE MESURE DU ZED-2 : LA CARTE DE FLUX

Les mesures de traçage de cartes de flux servent à reconstituer le champ de neutrons relatif à divers emplacements dans le cœur du réacteur. Pour cela, on suspend dans le réacteur de minces feuilles métalliques d'environ 1 cm de diamètre entre les grappes de combustible. On fait ensuite fonctionner le réacteur à grande puissance (habituellement 100 W) pendant environ une heure pour irradier les feuilles métalliques. Ces feuilles sont ensuite enlevées du réacteur, et l'on en mesure l'activité à l'aide de détecteurs à iode de sodium. L'activité de chaque feuille est proportionnelle au flux de neutrons auquel elle a été exposée, et l'on peut ainsi utiliser la liste des emplacements de chaque feuille pour reconstruire la forme des flux de neutrons qui ont été déformés dans le cœur – cette déformation s'appelle le « flambage ». Des feuilles métalliques composées de divers matériaux sont sensibles à des neutrons présentant divers niveaux d'énergie, et il est ainsi possible de détecter les changements touchant la répartition des énergies en utilisant plusieurs types de feuilles métalliques.



PROGRAMMES DE R. ET D. ACTUELS ET FUTURS

Les programmes actuellement réalisés à la section ZED 2 de la direction de la Physique appliquée comprennent la validation de la section efficace du gadolinium et des mesures liées aux réseaux sous-critiques empoisonnés pour le soutien du CANDU 6 évolué (EC6). De plus, le réacteur est actuellement utilisé pour l'étalonnage des détecteurs de flux autoalimentés de centrales nucléaires un peu partout dans le monde.

Parmi les prochains travaux menés à l'installation, on comptera probablement des mesures relatives au combustible au thorium pour le soutien des initiatives du réacteur CANDU au thorium, d'autres mesures liées à la physique des réseaux des réacteurs EC6, d'autres étalonnages de détecteurs de flux autoalimentés et un renforcement de la collaboration avec les chercheurs de l'industrie.