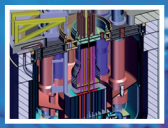
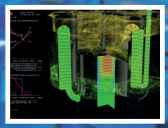




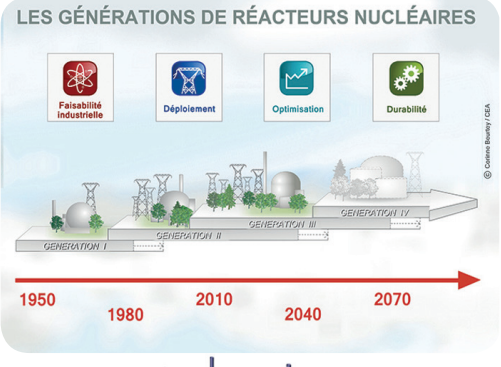
PLATEFORME DE RECHERCHE SUR LES MÉTAUX LIQUIDES
RÉACTEURS DE 4ÈME GÉNÉRATION

La Direction de l'énergie nucléaire (CEA-DEN), dont dépend le centre CEA de Cadarache, apporte aux industriels et aux pouvoirs publics les éléments d'expertise et d'innovation pour le développement des réacteurs nucléaires actuels et futurs.

LES GÉNÉRATIONS DE RÉACTEURS NUCLÉAIRES

Les premiers réacteurs électronucléaires, dits de 1ère génération, ont été construits au cours des années 1950 aux États-Unis, en ex-URSS, en Grande-Bretagne et en France. Les réacteurs aujourd'hui en service sont de 2ème génération ; en 2015, quatre réacteurs de 3ème génération étaient en cours de construction par AREVA en Finlande, en France et en Chine. Cette évolution correspond aux progrès réalisés en termes de sûreté, d'efficacité énergétique du combustible, ou encore de compétitivité.

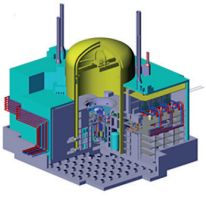
Lancé en l'an 2000 sur proposition des États-Unis, le Forum international génération IV* s'est fixé pour but de promouvoir le développement de six concepts de réacteurs. La France a notamment décidé de porter ses efforts de recherche sur les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium (RNR- Na). La **4ème génération** pourrait voir un déploiement industriel à l'horizon 2040-2050.



Le CEA mobilise des équipes de recherche sur les centres de Saclay, Marcoule et Cadarache, et s'emploie à mettre au point, avec des partenaires publics et privés, un projet de réacteur à neutrons rapides, refroidi au sodium, baptisé ASTRID.
Les options de conception de ce démonstrateur technologique industriel de 600 MWe, reposent sur l'expérience acquise dans le passé avec RAPSODIE (Cadarache), PHENIX (Marcoule) et SUPERPHENIX (Creys-Malville), et prévoient de fortes améliorations pour positionner ce réacteur au niveau attendu de la quatrième génération.

Les efforts portent notamment sur l'amélioration des :

- pompes électromagnétiques pour la circulation du sodium
- échangeurs de chaleur
- systèmes de mesure



* Dans la cadre du Forum international génération IV, 13 pays membres ont engagés une réflexion sur les systèmes nucléaires du futur.

DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE POUR LA 4ÈME GÉNÉRATION

Pour le développement des réacteurs de 4ème génération, le CEA s'appuie en particulier sur le Département de Technologie Nucléaire (DTN) de la DEN. La plateforme PAPIRUS implantée à Cadarache, est aujourd'hui la référence européenne en matière de technologie du sodium et des métaux liquides.

MOYENS D'ESSAIS DÉDIÉS À ASTRID

La plateforme PAPIRUS regroupe un ensemble de dispositifs expérimentaux destinés à faciliter l'utilisation du sodium (ou l'alliage NaK, sodium-potassium) dans les futurs réacteurs, optimiser leur fonctionnement, maîtriser les coûts d'investissement et d'exploitation, et réaliser des démonstrations de sûreté.

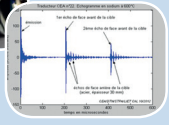
PEMDYN – POMPES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

La boucle d'essais PEMDYN a été définie pour acquérir des connaissances et un savoir-faire dans le dimensionnement et le fonctionnement des pompes électromagnétiques (PEM), avec de forts débits de sodium. Elle sert également à la qualification de l'instrumentation sodium telle que des débitmètres ou des capteurs de pression.

→ Circuit d'essais sodium PEMDYN 200°C, 4 bars, 1500 m³/h

→ Vue générale du circuit sodium DOLMEN

→ Circuit sodium auxiliaire des plateformes DOLMEN et IRINA 425°C, 0,5 bar, 2 m³/h



→ Capteur ultrasonore haute température

DOLMEN et IRINA – SYSTÈMES DE MESURE ET INSTRUMENTATION SOUS SODIUM

Les plateformes d'essais DOLMEN et IRINA ont été définies pour développer des systèmes de visualisation sous sodium, des moyens de surveillance et d'inspection nécessaires au fonctionnement d'un réacteur sodium (RNR Na), dans des conditions spécifiques. Le sodium en circulation dans le circuit primaire atteint 550 ° Celsius.

FUTUNA 2 – DETECTION DE FUITE SODIUM

Dans le cadre d'une amélioration constante de la sécurité des circuits sodium, la plateforme d'essais FUTUNA 2 qualifie des systèmes de détection de fuite.

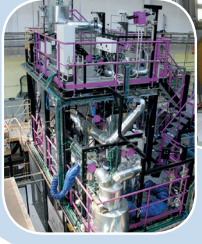
→ Préparation des essais FUTUNA 2

→ Vue générale de la section d'essais FUTUNA 2

DIADEMO – ECHANGEURS DE CHALEUR

Pour la filière des RNR Na ainsi que pour le projet ASTRID, une des voies d'innovation étudiée est le développement d'échangeurs sodium-gaz (azote : un gaz inerte, sous pression), avec pour principal objectif, l'amélioration des rendements, la sécurité du dispositif et la maîtrise des coûts. La maquette DIADEMO qualifie ce type d'échangeur.

↘ Maquette d'échangeur sur son support



→ Vue générale de la section d'essais DIADEMO

Crédits photos : AREVA - CEA - L. Godart/CEA - G. Lesénéchal/CEA - CNRS Photothèque - EDF Médiathèque (Marc Didier) - DR. • Réalisation PUBLICOM • Décembre 2015

CEA Cadarache • 13108 Saint-Paul-lèz-Durance
+33 (0)4 42 25 33 60 (visites) • +33 (0)4 42 25 70 00 (standard)
www.cad.cea.fr