

## LE RÉACTEUR JULES HOROWITZ (RJH)

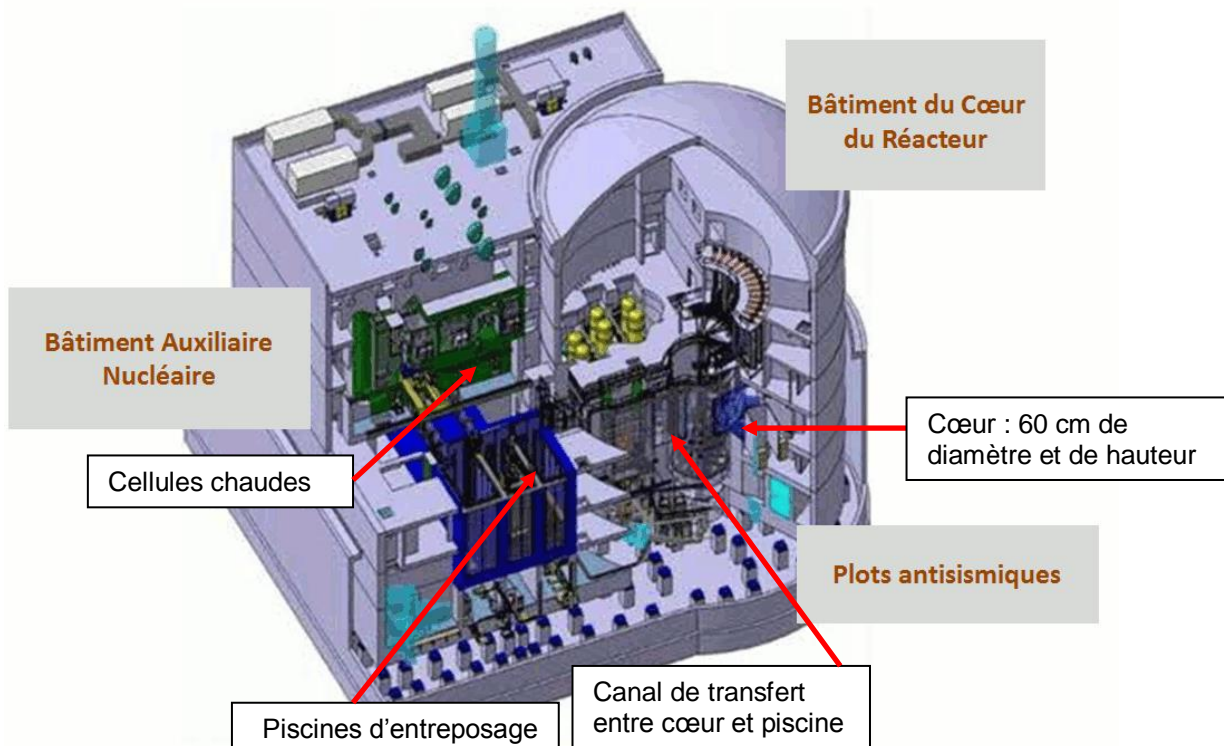
### 1. INTRODUCTION

Les besoins mondiaux en énergie vont croissant. Les ressources en combustibles fossiles sont limitées. De plus, il apparaît nécessaire de développer les énergies non génératrices de gaz à effet de serre. Dans ce contexte, il est raisonnable de penser que l'énergie nucléaire continuera d'occuper une place importante pour la satisfaction des besoins de l'industrie et des réseaux électriques (voir [fiche GASN n°2](#)).

L'énergie nucléaire provient des réactions de fission, en attendant une utilisation industrielle des réactions de fusion (fiche GASN n°16). La mise en œuvre du nucléaire de fission s'accompagne, dans une démarche de progrès continu, d'un effort permanent de recherche et développement, afin d'améliorer la sûreté et les performances des installations.

Le réacteur Jules HOROWITZ<sup>1</sup> (RJH) s'inscrit dans cette logique de recherche en soutien d'une meilleure connaissance des REP de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> génération (voir [fiche GASN n°13](#)), et des réacteurs de 4<sup>ème</sup> génération (voir [fiche GASN n°4](#)).

Cette fiche présente le rôle du réacteur pour répondre aux besoins des associés français et internationaux, et décrit sommairement l'installation projetée.



Dimensions hors tout : longueur 64,5 m ; largeur 47 m ; hauteur 25,5 m

<sup>1</sup> Jules HOROWITZ, physicien nucléaire français, fut un des pionniers du CEA pour le développement des réacteurs nucléaires.

## 2. POURQUOI LE RÉACTEUR RJH

Fin 2013, la politique énergétique de la France est en cours de définition dans le projet de loi de programmation sur la transition énergétique. Même si les considérations de programmation de l'énergie nucléaire n'y sont pas incluses, nul doute que les réacteurs de 3<sup>ème</sup> génération (EPR et ATMEA), puis les réacteurs de 4<sup>ème</sup> génération, devront prendre la suite des REP actuels, à une cadence qui reste à définir en fonction de la durée de vie possible des réacteurs de 2<sup>ème</sup> génération.

Ces projets de réacteurs nécessitent en permanence des études pour accroître leurs performances, améliorer leur sûreté et prévoir leur comportement notamment en cas de défaillance d'un composant, ou d'accident du cœur. Aux études théoriques faisant appel à de puissants modèles mathématiques, il faut adjoindre obligatoirement des expériences de mise au point et de validation ; une grande partie de celles-ci nécessite l'utilisation de flux de neutrons dans des réacteurs spécialisés.

Les réacteurs électronucléaires permettent d'étudier le vieillissement des matériaux, des équipements, et des éléments combustibles dans des conditions normales de fonctionnement. Compte tenu de leur taille et des contraintes de sûreté et de production, ils ne se prêtent pas à des expériences de courte durée, en dehors du domaine de fonctionnement autorisé.

En France, les réacteurs expérimentaux ÉOLE, MASURCA, MINERVE (Cadarache), de très faible puissance, sont tournés vers les études neutroniques ; ORPHÉE (Saclay) et le RHF de l'ILL (Grenoble), vers les études de physique ; d'autres, comme CABRI et PHÉBUS (Cadarache), sont spécialisés dans les études des conditions accidentelles graves, avec fusion du combustible.

Plusieurs réacteurs d'irradiation (en anglais « Material Test Reactor ») ont été construits depuis cinquante ans dans différents pays européens pour répondre aux besoins nationaux. Ils ont montré toute leur utilité, mais ils sont arrêtés définitivement tour à tour en raison de leur âge<sup>2</sup>.

Le dernier réacteur français d'irradiation encore en service est OSIRIS, à SACLAY ; démarré en 1966, sa poursuite d'exploitation a été obtenue en 2011 jusqu'en 2015 (décision du Collège de l'ASN n°2008-DC-0013 du 16 septembre 2008).

Un nouveau réacteur d'irradiation est devenu nécessaire pour disposer de flux neutroniques élevés pendant de longues durées, afin de suivre sous irradiation les comportements d'échantillons de combustibles nucléaires ou de matériaux de structure, et procéder à des essais d'endurance.

Un tel réacteur devrait être capable d'accueillir des dispositifs expérimentaux très variés et présenter une grande souplesse d'utilisation.

Un réacteur d'irradiation moderne s'impose en Europe pour répondre aux besoins expérimentaux, et, compte tenu de l'importance de l'investissement pour sa construction puis pour son exploitation, ce réacteur sera unique dans la Communauté Européenne et devra répondre, par ce fait, aux besoins de différents organismes de recherche.

De façon complémentaire, ce réacteur prendra aussi la suite d'Osiris pour assurer la fourniture des radioéléments utilisés en particulier pour les applications médicales (diagnostics et soins) ([voir fiche GASN n° 24](#)).

Lancé par le CEA en partenariat avec les industriels français EDF et Areva ainsi que l'électricien suédois Vattenfall, le RJH associe au sein d'un consortium les instituts de recherche nucléaire belge, britannique, tchèque, espagnol, finlandais, et, hors d'Europe, les instituts de recherche indien, israélien et japonais.

L'expérience montre que la capacité d'expérimentation d'un réacteur est considérablement accrue si, dès sa réalisation et à proximité immédiate, on y associe les équipements nécessaires à la préparation des expérimentations et, ensuite, à la récupération des échantillons et dispositifs irradiés. De plus, cette disposition réduit le coût de chaque expérience et la durée d'attente pour l'obtention des premiers résultats.

Le choix du Centre de CADARACHE pour l'implantation du RJH résulte :

- de l'importance en Europe du programme nucléaire français
- de l'expérience acquise en France avec les réacteurs de ce type, dont OSIRIS

---

<sup>2</sup> Pour les nostalgiques, on peut citer, en France, EL2, EL3, PÉGASE, TRITON, MÉLUSINE, SILOË, RAPSODIE ; à l'étranger : BR3 en Belgique, HALDEN en Norvège, LFR à Petten aux Pays-Bas.

- des infrastructures du Centre et des services de soutien existants de la proximité de laboratoires spécialisés pour la préparation des expériences et pour les examens post-irradiations.

La sismicité du site est prise en compte dès les études de conception : les 100.000 tonnes de l'installation reposent sur 193 colonnes munies de patins élastomères, ménageant un espace d'inspection de plus de 2 mètres de haut entre les deux radiers de 1,2 m et 1,5 m respectivement [4].

L'implantation du RJH à Cadarache renforce le pôle régional de compétitivité développé autour des énergies non génératrices de gaz à effet de serre.

### 3. DESCRIPTION SOMMAIRE

Sous l'appellation RJH, ou plus exactement « INB n°172 », on désigne une installation comprenant le réacteur d'irradiation proprement dit ainsi que les équipements facilitant le déroulement de multiples expériences simultanées.

Le réacteur est de type piscine [2], l'eau déminéralisée servant à la fois de modérateur, d'écran biologique et de réfrigérant. Mais contrairement à Siloë ou à Osiris, le cœur est contenu dans un caisson pressurisé à 20 bars.

Le cœur, chargé avec du combustible contenant de l'uranium enrichi à 20 % (voire un peu plus au démarrage [2]), est compact (hauteur fissile de 60 cm). Dans le cœur, les expériences effectuées sont généralement réservées aux matériaux soumis à des haut flux de neutrons rapides, jusqu'à  $5.10^{14}$  n.cm<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>.

Dans le réflecteur, les expériences portent généralement sur les expérimentations de combustible soumis à de hauts flux de neutrons thermiques, jusqu'à  $5.10^{14}$  n.cm<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>.

La puissance maximale atteindra 100 MW thermiques<sup>3</sup>. L'évacuation des calories se fera à travers trois circuits (primaire, secondaire, et externe) indépendants.

Le réacteur est placé dans un bâtiment cylindrique (bâtiment réacteur). Une zone de ce bâtiment est constituée par des laboratoires et des casemates spécialisés pour un ou plusieurs types d'expériences qui sont ainsi réalisées simultanément pendant le fonctionnement du réacteur.

On peut citer en particulier :

- un laboratoire de chimie
- un laboratoire d'analyse des produits de fission
- un laboratoire de dosimétrie
- un laboratoire d'analyse par activation
- des moyens d'examen non destructifs (neutronographie, gammamétrie,...).

Un bâtiment contigu (bâtiment des annexes nucléaires) contient un ensemble de cellules chaudes :

- une cellule de transit des radioéléments et éléments combustibles irradiés
- une cellule de démantèlement et d'évacuation des dispositifs d'irradiation
- une cellule recevant les matériaux irradiants bêta/gamma
- une cellule alpha, bêta, gamma, conçue pour recevoir des échantillons fortement dégradés.

Un canal de transfert, en eau, traverse les deux bâtiments, facilitant ainsi les mouvements des dispositifs et échantillons irradiés d'un poste à l'autre de l'installation et limitant les risques radiologiques associés à ces opérations.

Diverses boucles d'essai sont en cours d'élaboration : MADISON, à l'IFE (Norvège), pour l'irradiation d'échantillons de combustible REP et REB en fonctionnement normal ; ADELIN, pour étudier le combustible jusqu'à la rupture de gaine ; LORELEI à l'IAEC (Israël) est destinée aux études de sûreté relatives aux accidents de perte de réfrigérant primaire (APRP) dans les réacteurs à eau légère. Le dispositif statique MICA et la boucle CALIPSO seront adaptés pour les études de combustibles rapides [5].

La conception de cette nouvelle INB répond aux exigences actuelles de sûreté pour les différents types de risques, en situation normale, incidentelle, et accidentelle, y compris de catastrophe relevant des Évaluations Complémentaires de Sûreté (ECS), suite à Fukushima.

<sup>3</sup> Pour fixer une valeur de comparaison, dans une centrale électro-nucléaire, pour une puissance électrique de 1000 MW, on doit évacuer, suivant les types, de 3000 à 4000 MW thermiques.

Les documents et actions liés à chaque étape allant de l'établissement du projet à l'exploitation de l'INB 172 sont contrôlés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), organisme responsable des activités nucléaires en France (voir fiche GASN n°20).

#### 4. DÉROULEMENT DU PROGRAMME

Après le débat public local réalisé à la demande de la Commission Nationale pour le Débat Public, au cours du printemps 2005, et l'enquête publique pour obtenir les autorisations officielles de démarrage des travaux en fin 2006, la construction a été lancée en mars 2007. A ce jour, la divergence est annoncée en 2019 [4].

Le dossier du financement (coût évalué à environ 750 millions d'euros [2]) fixe la participation financière de chacun des organismes concernés. Pour l'investissement, le CEA devrait en assurer 50%, EDF 20% et AREVA 10%, les 20% restant faisant l'objet de négociations avec les partenaires européens et internationaux. A ce dossier est associée la description précise du mode de fonctionnement des comités scientifiques et financiers gérant les programmes expérimentaux du réacteur et des équipements associés.

La phase de construction de l'installation générera de 100 à 300 emplois directs et de 300 à 1000 emplois indirects suivant les phases du chantier. En phase d'exploitation, près de 150 personnes travailleront sur l'installation.

#### 5. BIBLIOGRAPHIE

[1] RJH et prototype 4ème génération : expérimenter les systèmes du futur. Dossier de presse CEA du 15/03/2007.

[2] Projet Jules Horowitz – <http://www.cad.cea.fr/rjh/fr/index.html> – comprend les onglets : description-générale ; le site (et les étapes de la construction) ; description générale ; actualités ; dispositifs d'irradiation ; radioisotopes médicaux ; le projet MTR+13

[3] Réacteur Jules Horowitz – CLIC Dossier : document édité au printemps 2005 par la Commission Locale d'information (CLI) de Cadarache.

[4] Conférence du 19 décembre 2013 de M. l'Administrateur général du CEA

[5] Les dispositifs d'irradiation <http://www.cad.cea.fr/rjh/fr/dispositif-irradiation.html>

Capacité expérimentale du RJH [http://www.cad.cea.fr/rjh/pdf/3\\_pptRJH-FR.pdf](http://www.cad.cea.fr/rjh/pdf/3_pptRJH-FR.pdf)

Les bâtiments reposent sur des plots anti-sismiques



Vue du chantier en 2011

