DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

www.cea.fr

LE PROJET RJH

Un réacteur de recherche pour le futur

Vivien Stocker

Direction de l'Energie Nucléaire – Site de Cadarache

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

www.cea.fr

- Contexte
- Présentation générale
- Déroulement du chantier

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

CONTEXTE

www.cea.fr

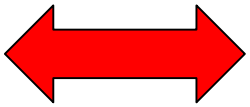
Le réacteur Jules Horowitz (RJH)

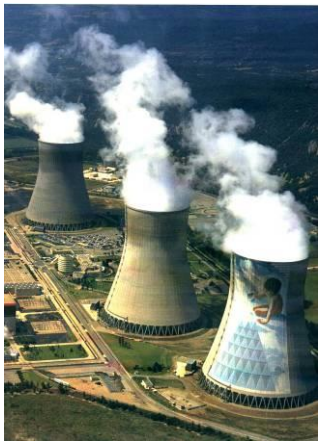
Jules Horowitz (1921 - 1995) :

Grand contributeur de la physique nucléaire française (et internationale) à travers ses activités au sein du CEA. Il fut, en 1970, le créateur et le premier directeur de l'Institut de Recherche Fondamentale du CEA.

Les réacteurs expérimentaux

Le RJH : “Material Testing Reactor” pour maîtriser le comportement des matériaux et combustibles sous irradiation en fonctionnement normal et anormal





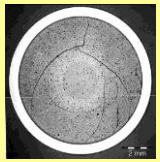
1 an de tests

8 à 10 ans de fonctionnement

Enjeux scientifiques d'un réacteur expérimental

- Comprendre le comportement sous haut flux neutronique des matériaux et combustibles
- Caractériser et qualifier un prototype ou un produit industriel
- Étudier des situations incidentelles et accidentelles

Études sur les combustibles :

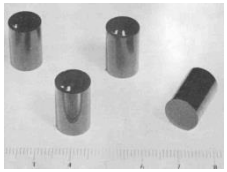


- Interaction Pastille Gaine
- Relâchement des Gaz de Fission…
- Sûreté: Accident de Perte de Réfrigérant Primaire…

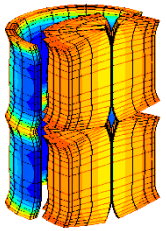
Études sur les matériaux :

- Gonflement
- Fluage
- Corrosion sous contrainte
- Fragilisation forte dose
- Effets de flux et de spectre…

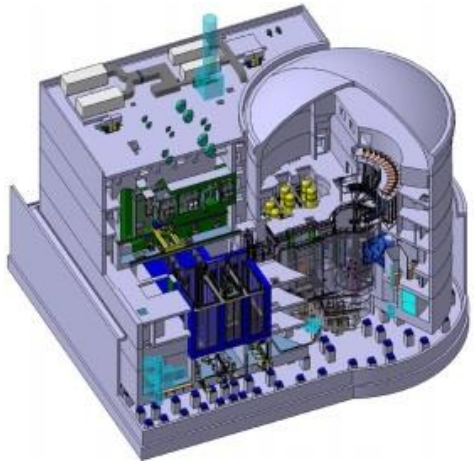
Le processus de qualification d'un matériau ou d'un combustible nucléaire



Expression de besoins
- Industriels
- Régulateur
- Organisme de R&D



Conception d'un nouveau produit



Simulation modèles de comportement

Fabrication et caractérisation de prototype

Dossiers de qualification

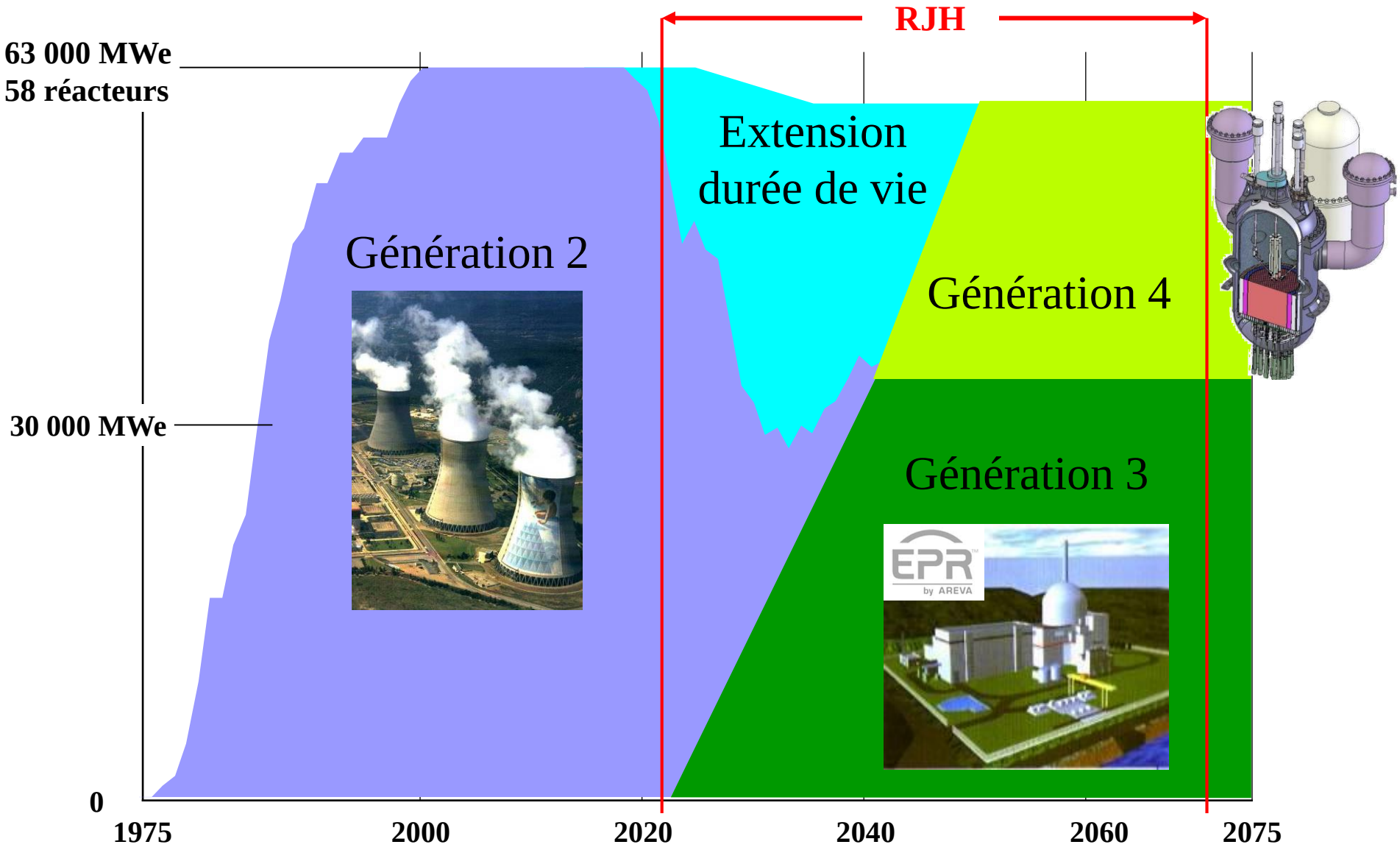
Comportement en réacteur d'irradiation

Examens post-irradiatoires

Exemple (combustible) : Labo UO_2 à Cadarache

Exemple (combustible) : LECA-STAR à Cadarache

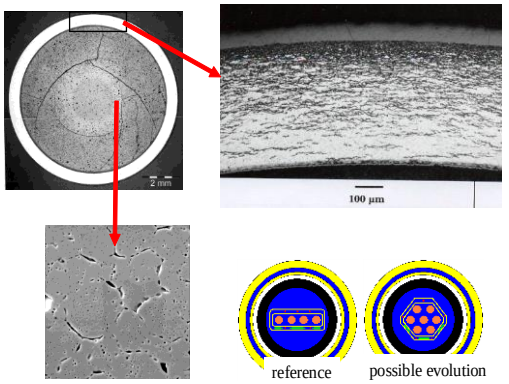
Un besoin à long terme en technologies et compétences



RJH : des enjeux opérationnels importants

R&D en soutien de l'industrie nucléaire

- Maîtrise de la compétitivité et de la durée de vie des centrales actuelles
- Support aux innovations et à la sûreté associée pour les futurs réacteurs
- Démonstration du bon comportement des matériaux et combustibles en situation incidentelle ou accidentelle

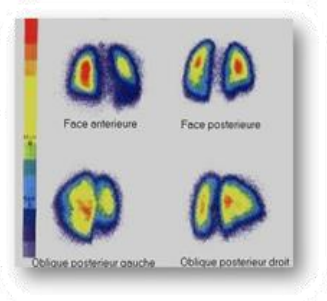


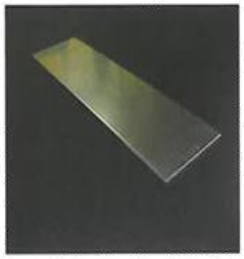
Maintien des compétences et de l'expertise nucléaire

- Formation des nouvelles générations (simulateurs, programmes de secondees)
- Amélioration de la culture de sûreté

Production de radioéléments pour le médical

- Production de ^{99}Mo pour le ^{99m}Tc (25 à 50% des besoins européens)





Les MOLFI (MOLybdène de Fission)

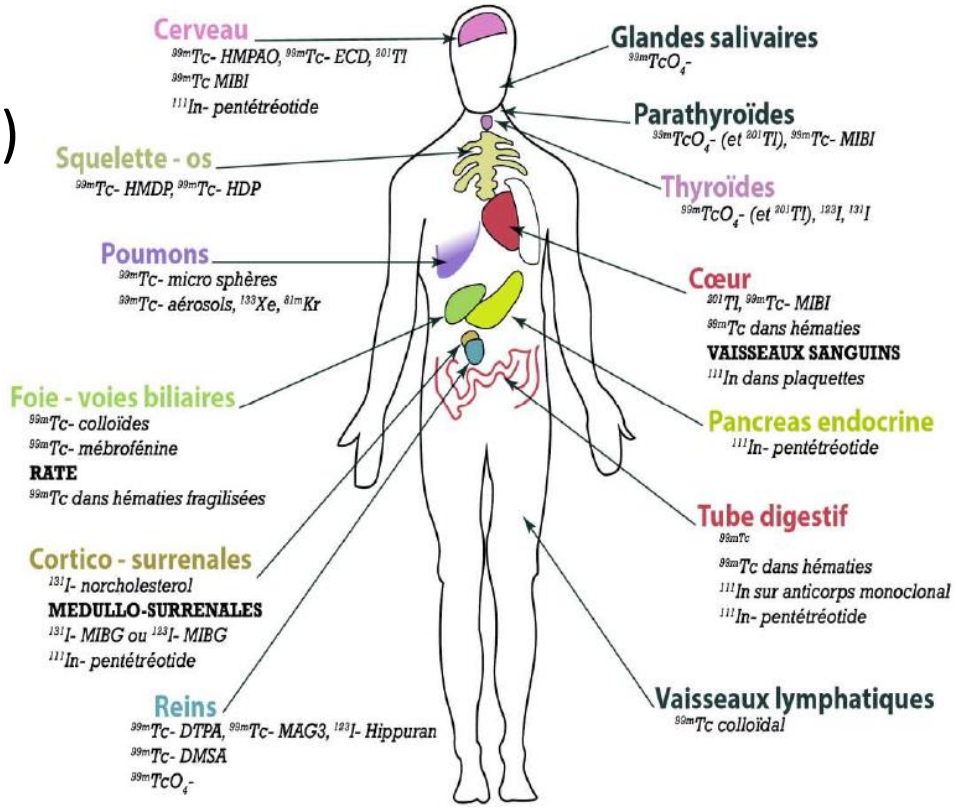
^{235}U —Produit de fission→ ^{99}Mo —Décroissance→ ^{99m}Tc

^{99m}Tc utilisé en **scintigraphie**, outil d'imagerie fonctionnelle d'un organe (diagnostic médical)

Avantages du ^{99m}Tc :

- Période courte : 6 heures
- Chimiquement adéquat
- Emission γ de faible énergie (140 keV)

70 % des diagnostics nucléaires dans le monde, soit plus de **30 millions de protocoles** par an



Pourquoi un nouveau MTR en Europe ?

Pays	Réacteur	Puissance (MWth)	Age en 2016 (ans)
Rép. tchèque	LVR15	10	59
Norvège	HBWR	19	56
Pays Bas	HFR	45	55
Belgique	BR2	60	55
Pologne	MARIA	30	43
France	OSIRIS	70	50 (arrêté)
France	RJH	100	En cours

- Réacteurs actuels vieillissants
- Plus performant (100 MWth, flux de neutrons important)
- Flexible (20 expériences simultanées, conditions variables)
- Assurer la production en continu de radioéléments
- Respect des normes actuelles de sûreté

Le modèle économique du RJH

CONSORTIUM INTERNATIONAL

Centres de recherche européens

Entreprises industrielles européennes

Centres de recherche internationaux extra-européens

Commission Européenne

Et autres…

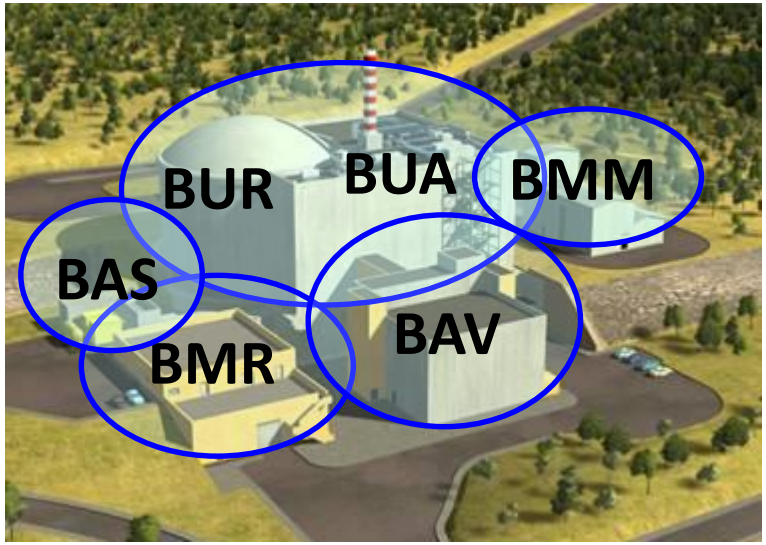
DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

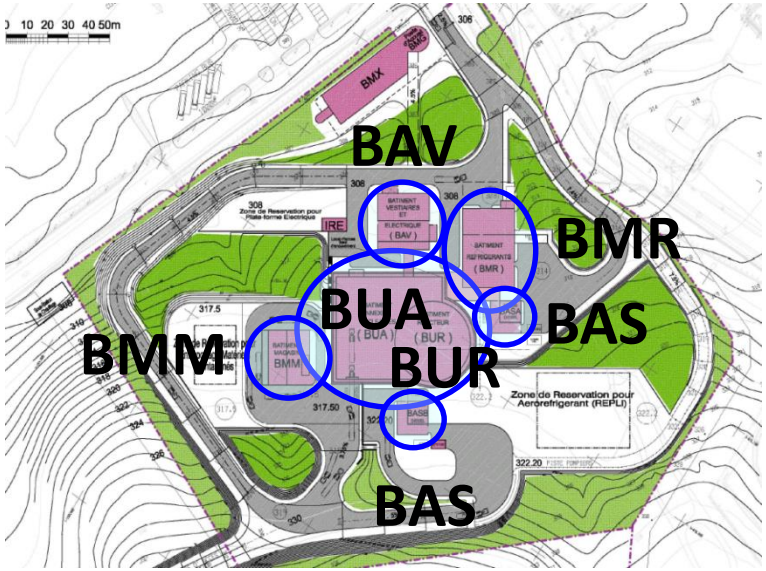
PRÉSENTATION GENERALE

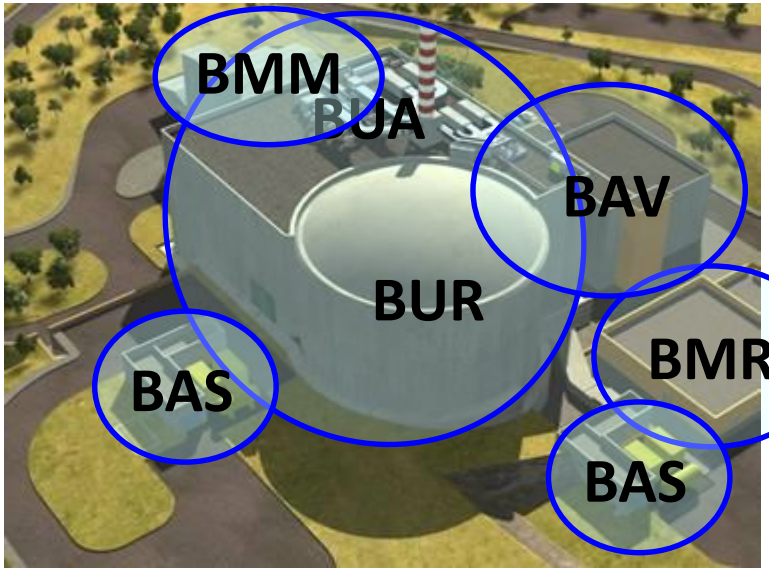
www.cea.fr

Les bâtiments du RJH



- L'unité nucléaire constituée
  - Du bâtiment réacteur (BUR)
  - Du bâtiment des annexes nucléaires (BUA)
- Le bâtiment vestiaires (BAV)
- Le bâtiment des réfrigérants (BMR)
- Les bâtiments diésels et aéroréfrigérants de sauvegarde (BAS)
- Le bâtiment de montage des dispositifs expérimentaux (BMM)





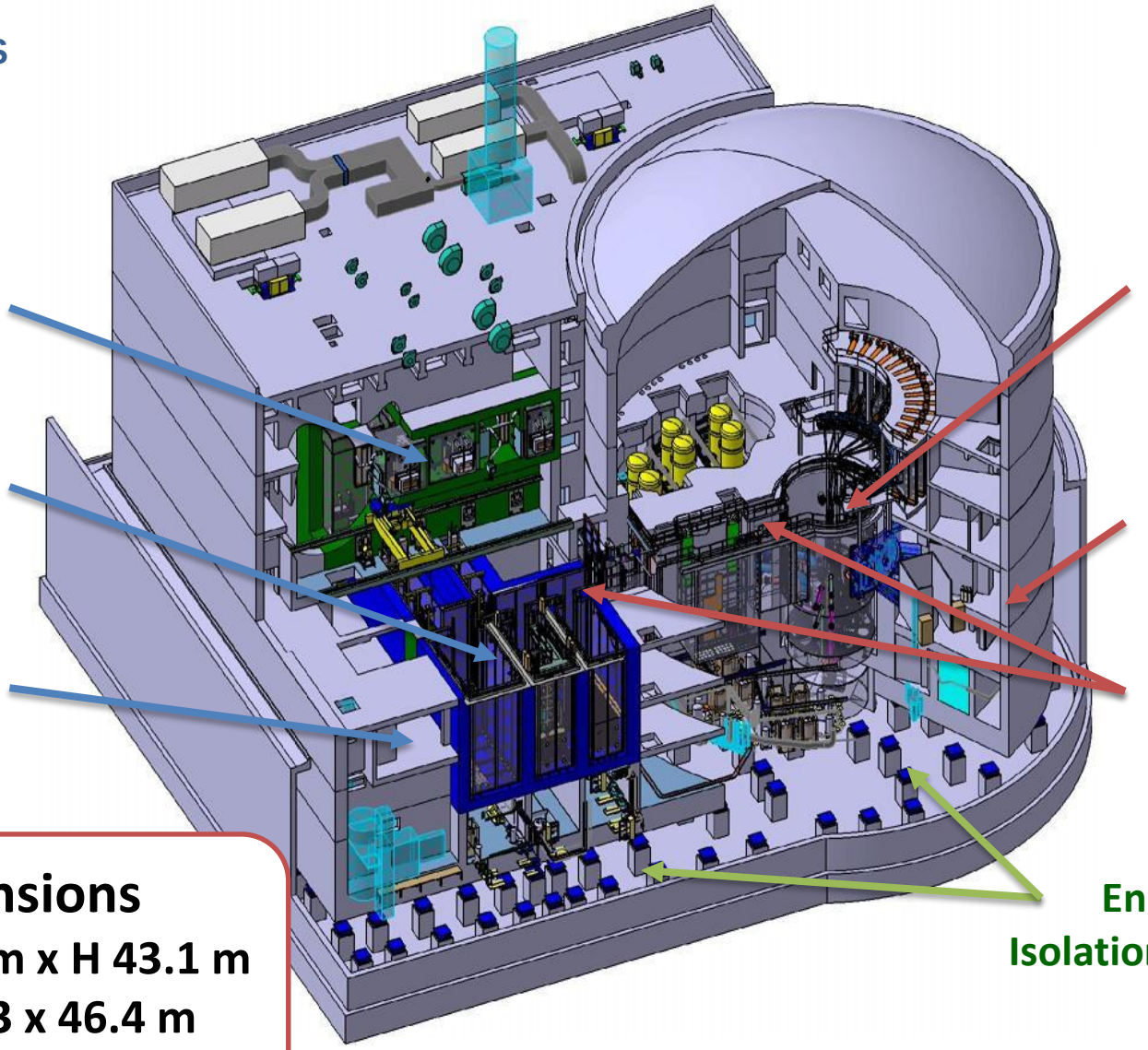
Organisation de l'îlot nucléaire

BÂTIMENT DES ANNEXES NUCLÉAIRES

Cellules chaudes

Piscines d'entreposage

Sas camion



BÂTIMENT RÉACTEUR

Piscine réacteur

Casemates blindées

Bloc eau monolithique

Encuvement Isolation parasismique

Dimensions

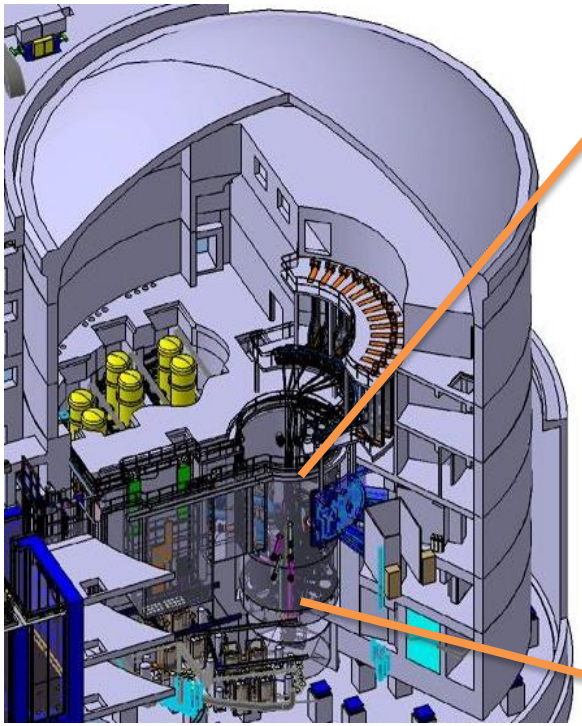
BR : Φ 36.6 m x H 43.1 m

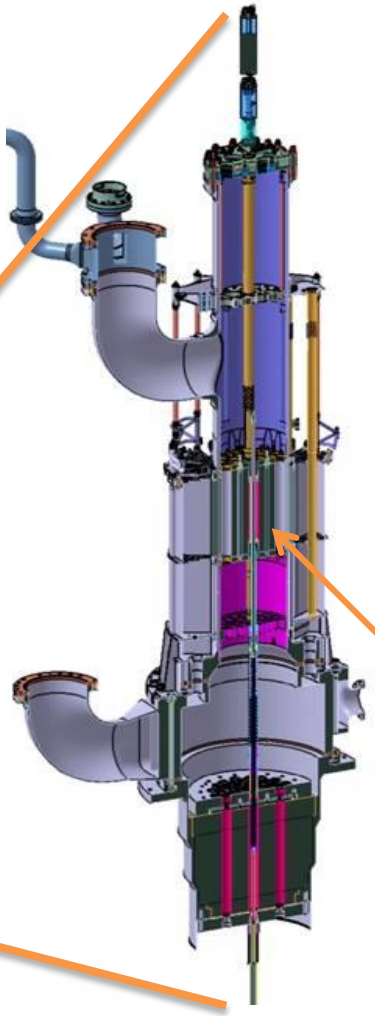
BAN : 50.3 x 46.4 m

H : 34.8 m

Le bloc pile

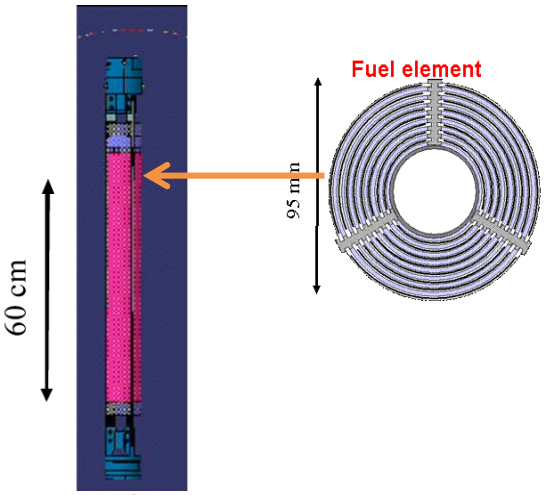
Durée de cycle : 25 jours
Puissance : de 70 à 100 MWth

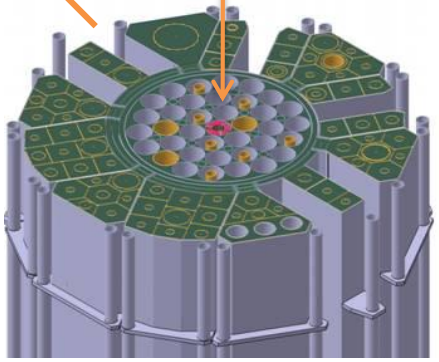




Dimensions piscine :
H 11 m x Φ 7 m

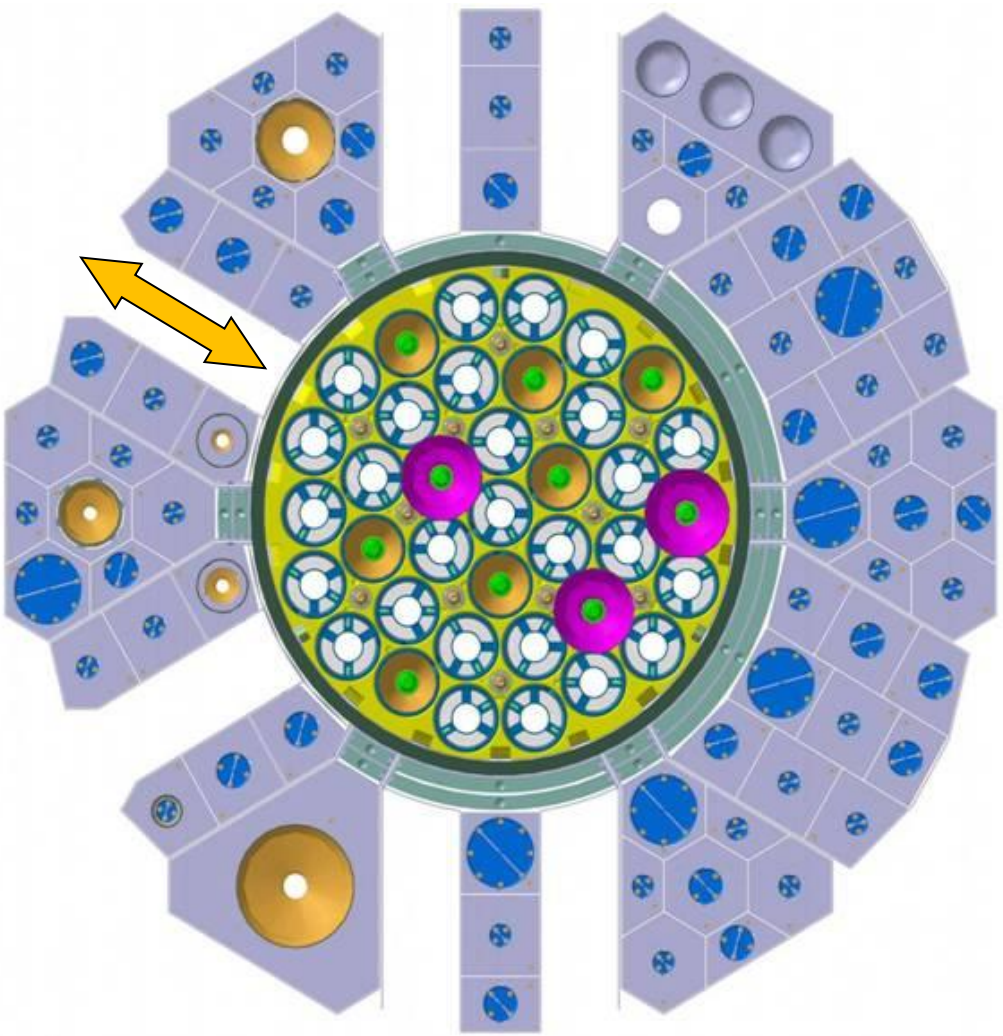
Combustible prévu : UMo-Al
Démarrage avec U_3Si_2-Al





Cœur
(60x70 cm)
et réflecteur

Le cœur du réacteur



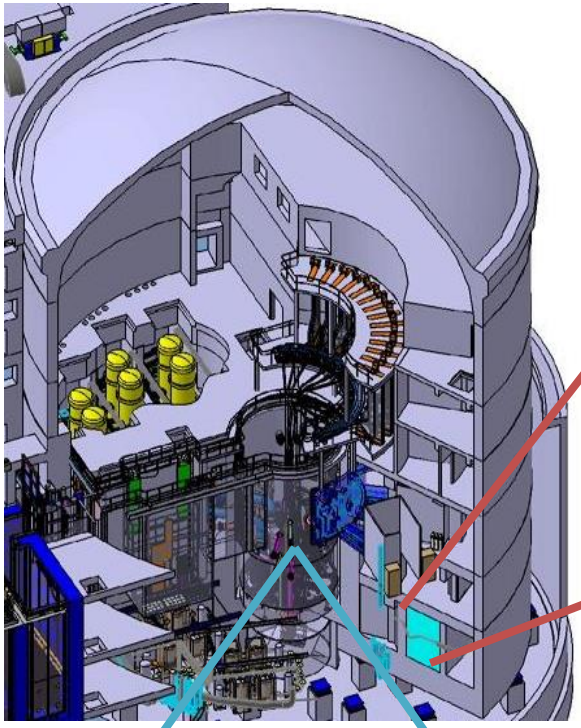
Cœur

- 34 assemblages combustibles
- Flux neutronique très intense
- Neutrons rapides
- Vieillissement des matériaux

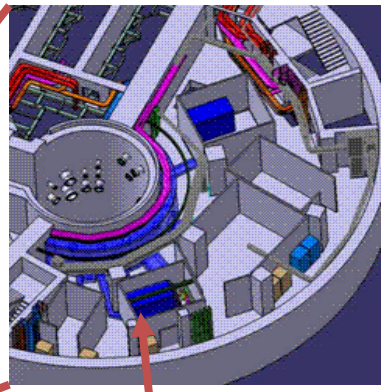
Réflecteur

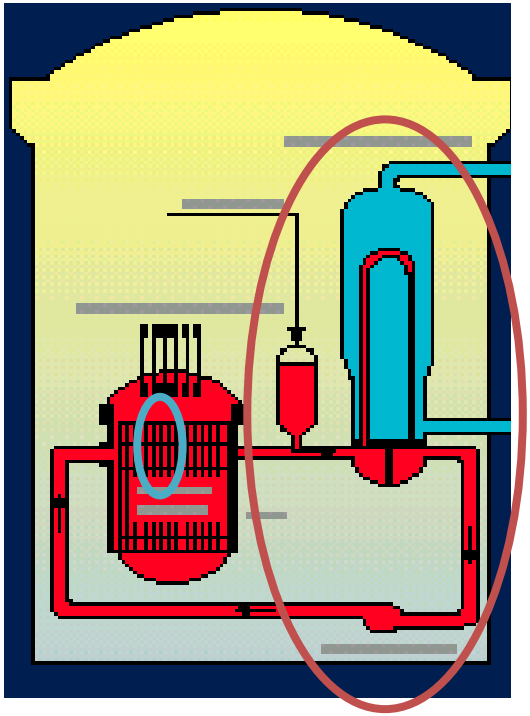
- Flux de neutrons thermiques
- Expériences en positions fixes ou variables
- Production de radioéléments

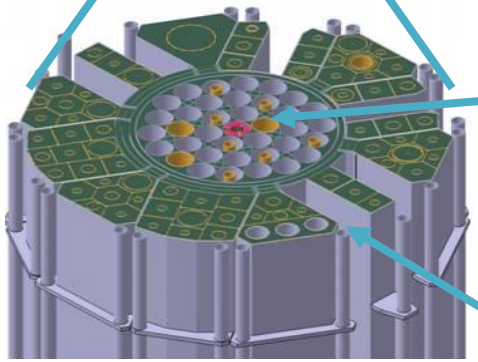
Principe d'une boucle d'irradiation

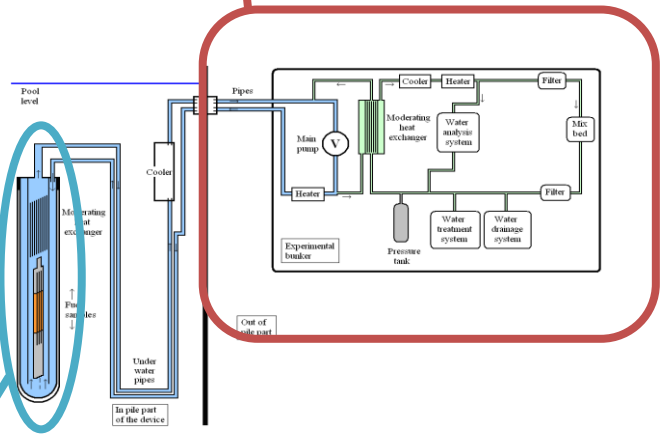


Casemate expérimentale









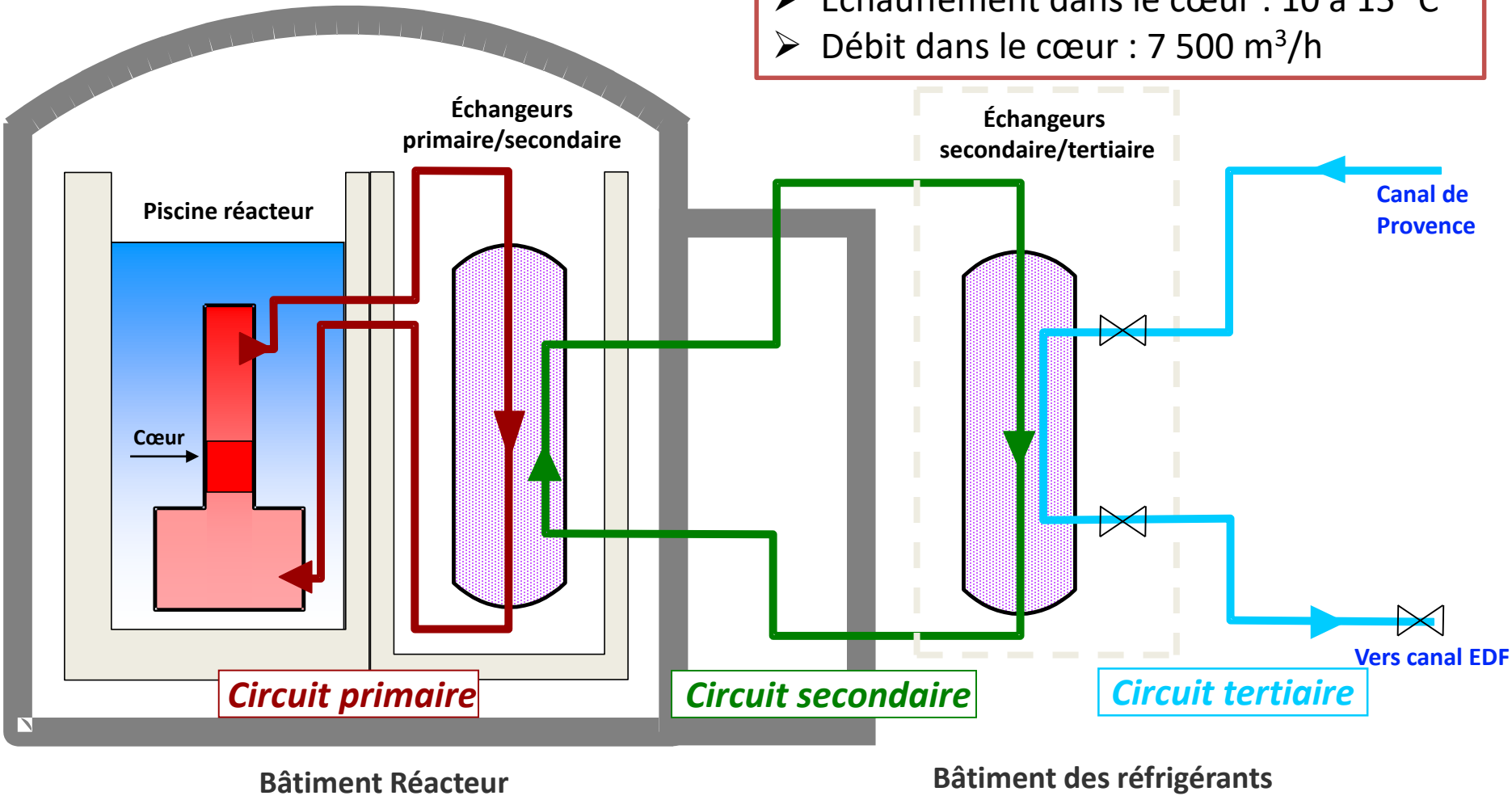
Simulation d'un REP (300°C, 155 bars)

Cœur du réacteur

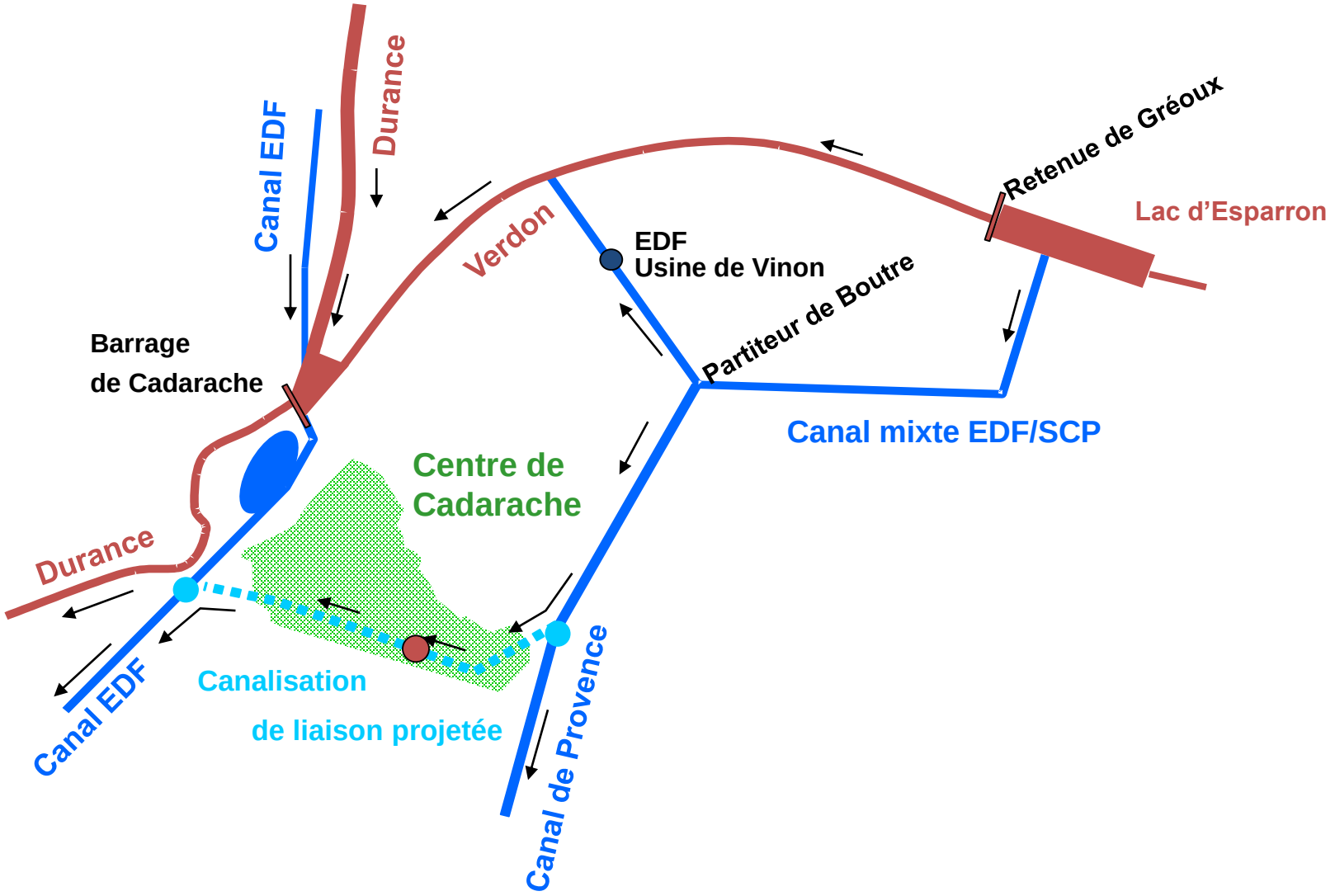
Le système de refroidissement

100 MWth à évacuer

- Température d'entrée du bloc pile : 32 °C
- Échauffement dans le cœur : 10 à 15 °C
- Débit dans le cœur : 7 500 m^3/h



Le système de refroidissement

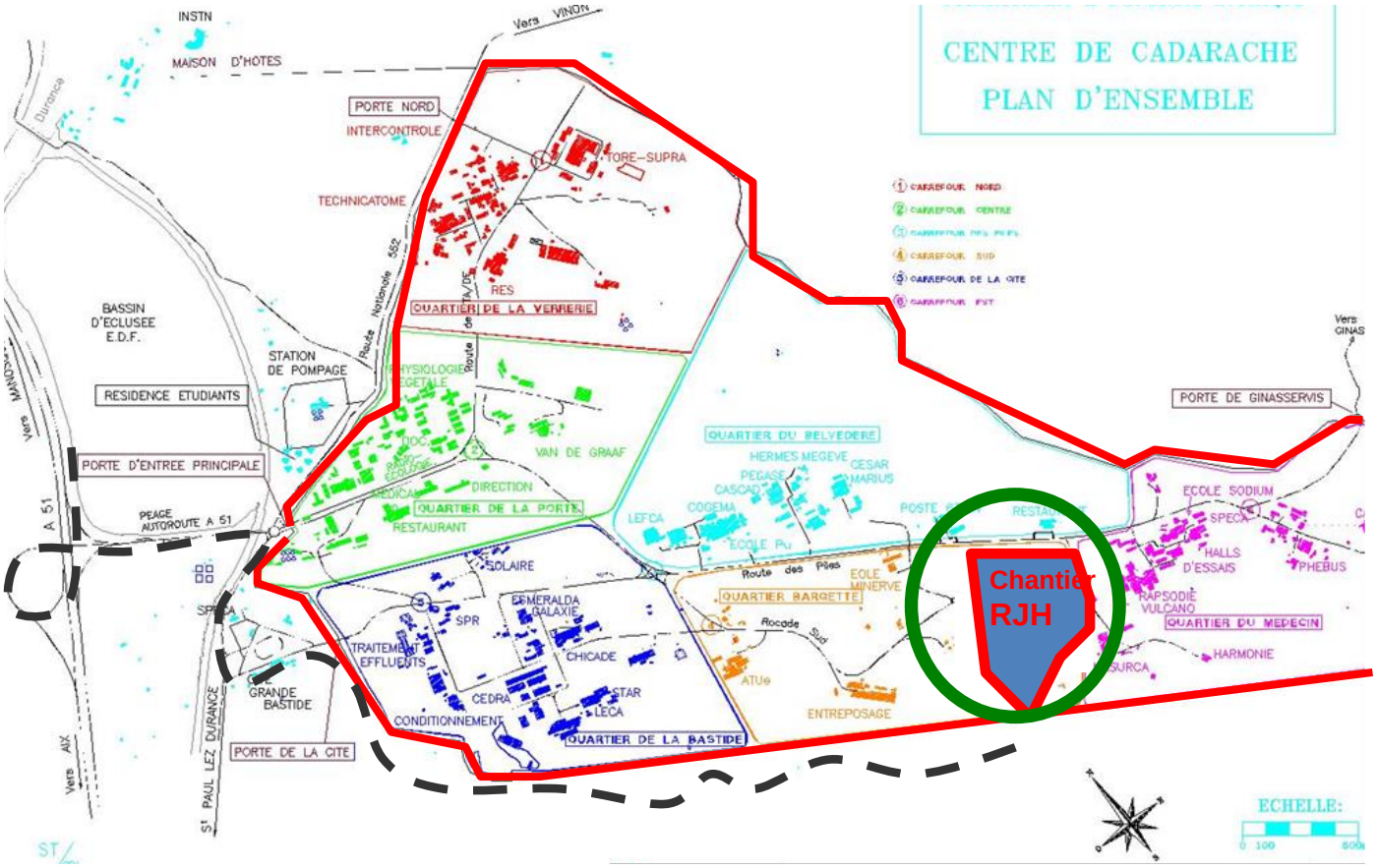


DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

DEROULEMENT DU CHANTIER

www.cea.fr

CHANTIER CLOS ET INDÉPENDANT



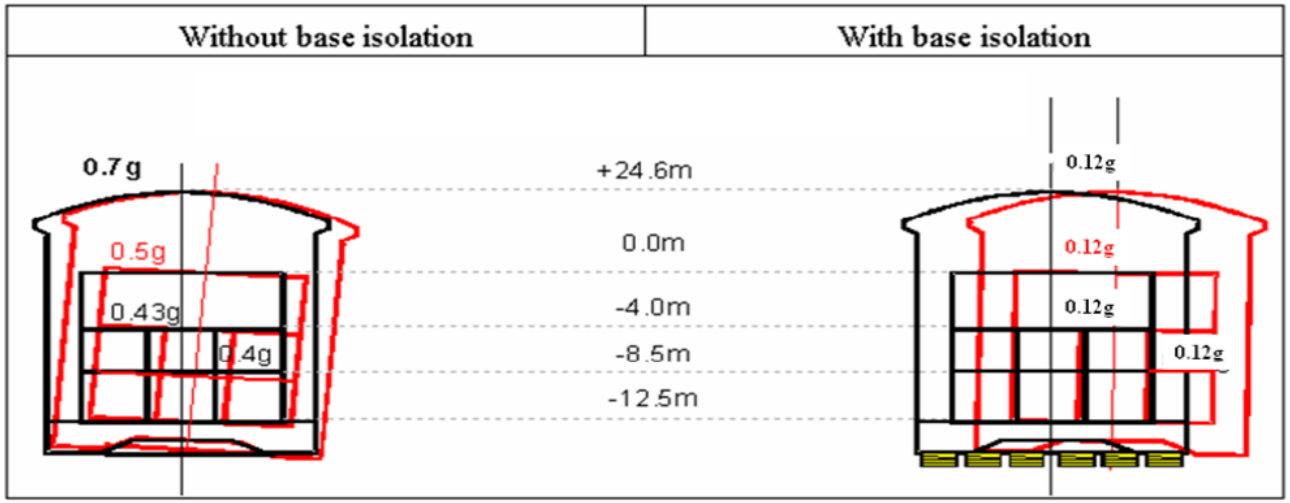
JUIN 2007 - PRÉPARATION DU SITE

JUILLET 2008 - PAROI CLOUTÉE

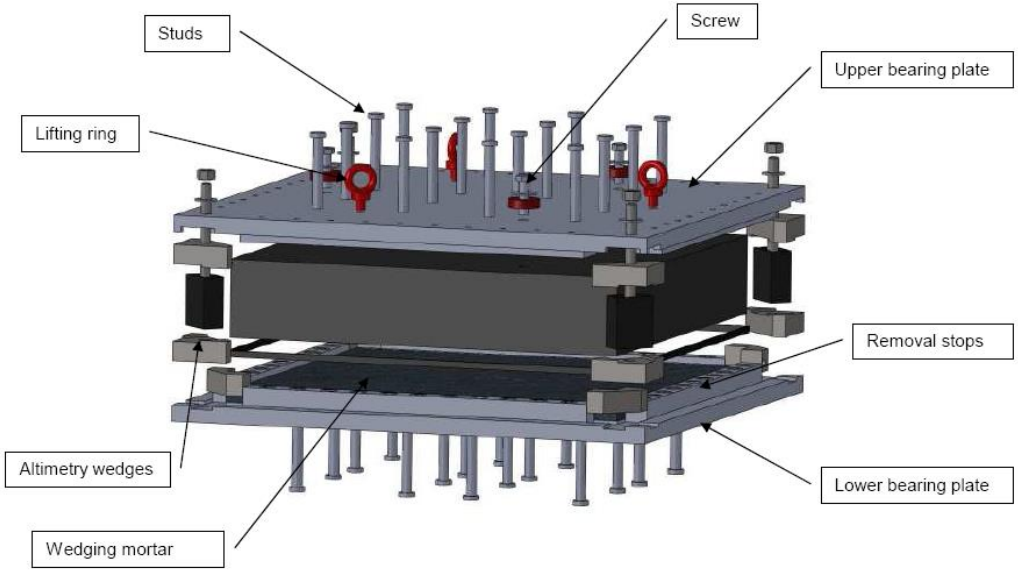
JUIN 2009 – RADIER INFERIEUR

NOVEMBRE 2009 - APPUIS PARASISMIQUES

BÉNÉFICE DES APPUIS PARASISMIQUES



Benefit of isolation (JHR illustration – Displacements LARGELY amplified FOR UNDERSTANDING PURPOSE)



MAI 2010 - FERRAILLAGE RADIER SUPÉRIEUR

DÉCEMBRE 2010
BÉTONNAGE RADIER SUPÉRIEUR BÂT RÉACTEUR

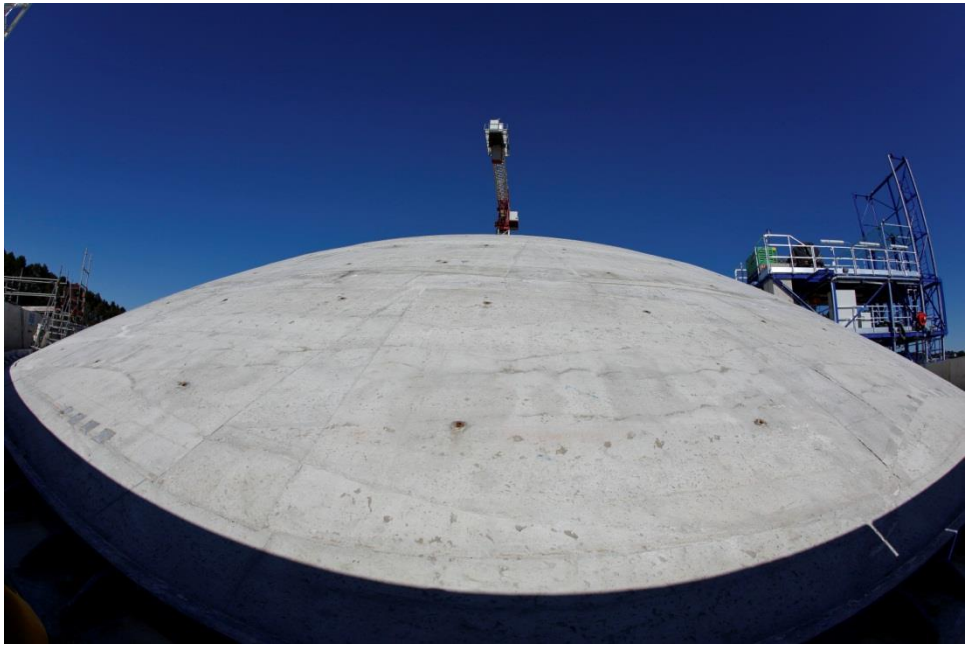
JUILLET 2011-2012 – ENCEINTE

JUILLET 2011-2012 – ENCEINTE

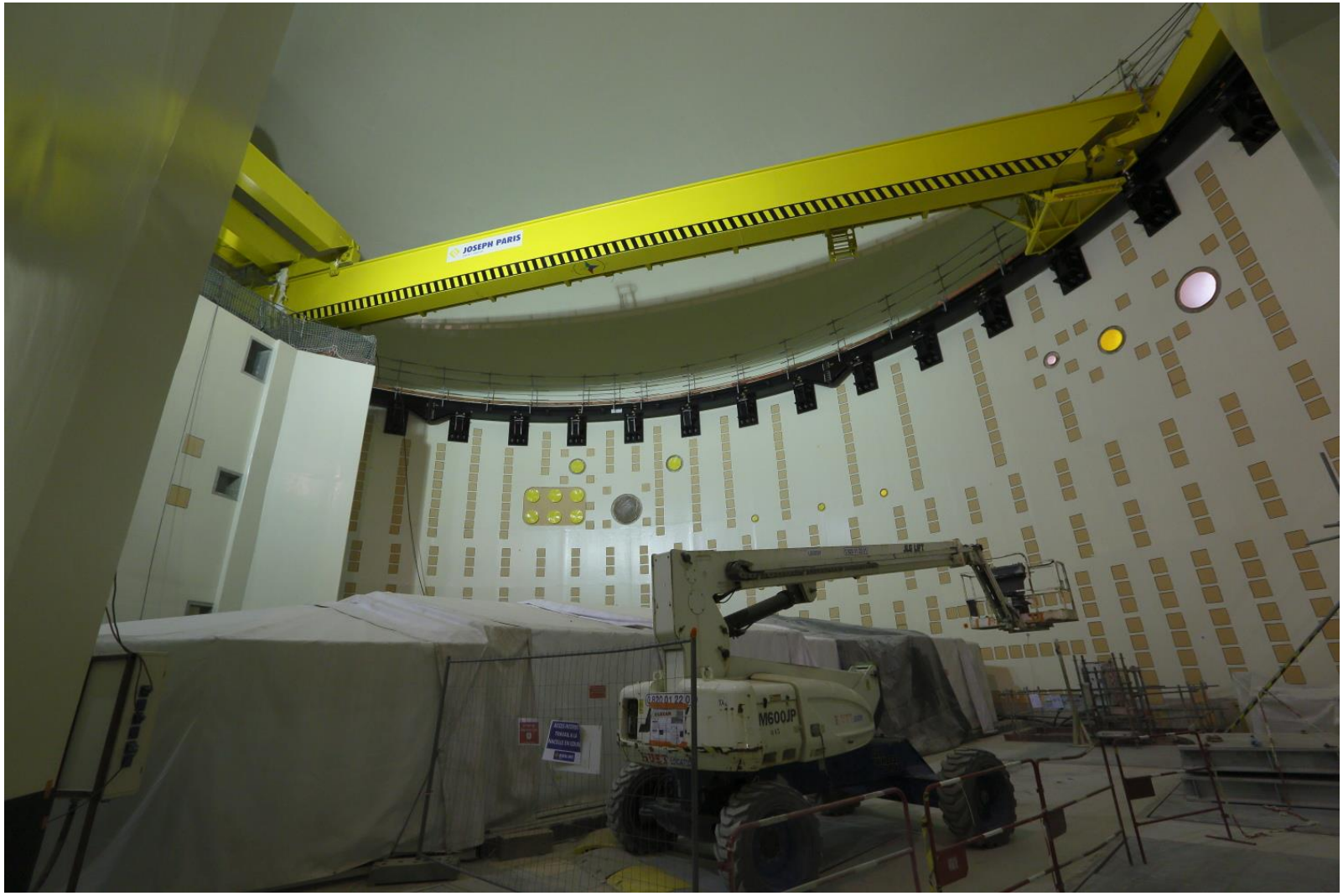
JUILLET 2013 - PONT POLAIRE

13 DECEMBRE 2013 - POSE COFFRAGE DU DOME

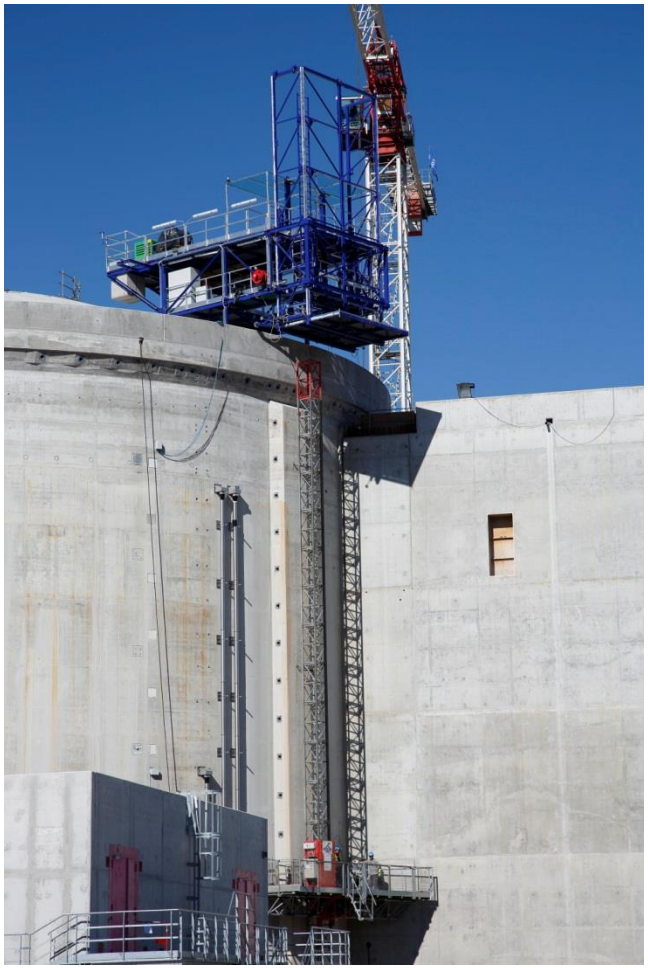
2014 – FERRAILLAGE ET BÉTONNAGE DU DOME



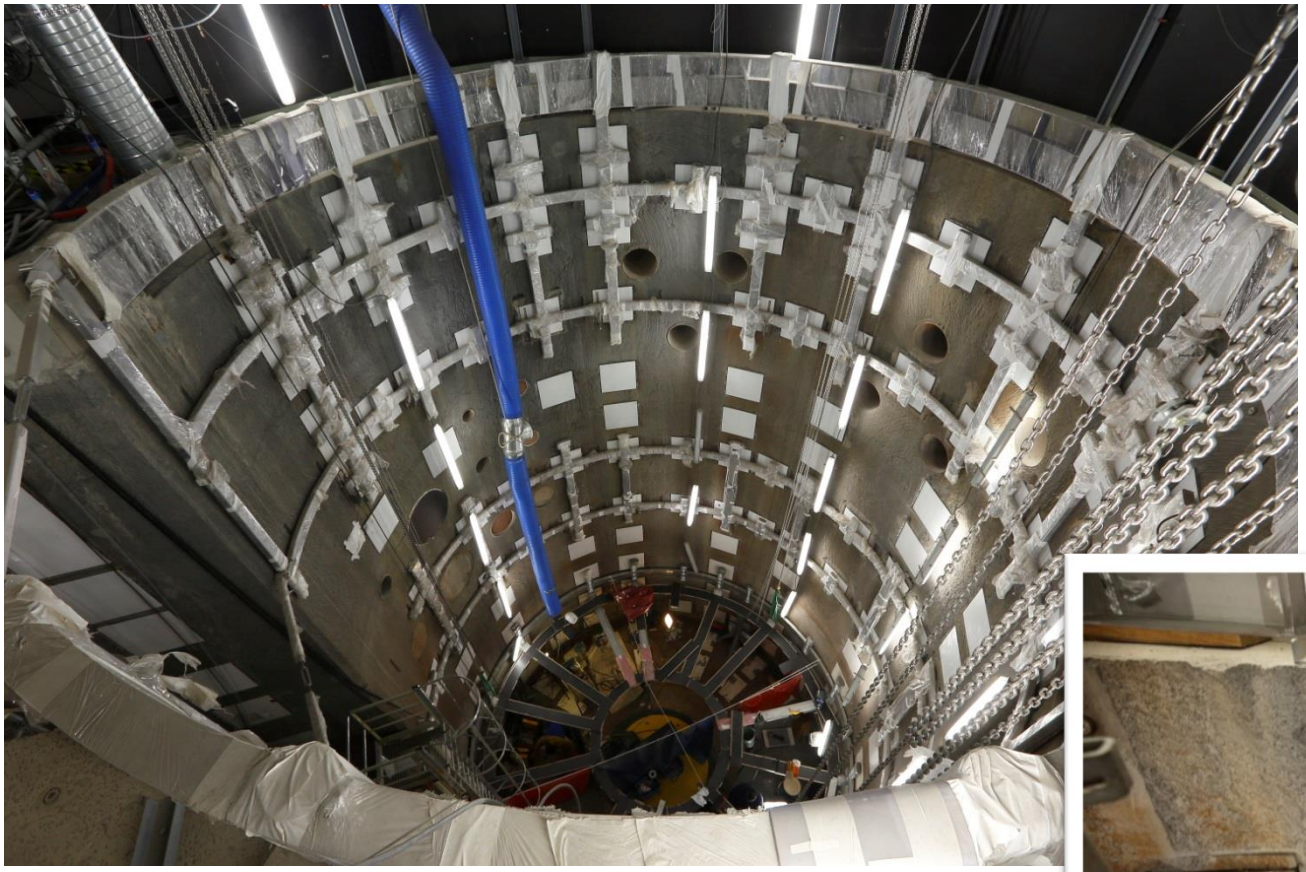
2014 – FINITIONS GÉNIE CIVIL DANS LE HALL BUR



2015 – TRAVAUX DE PRÉCONTRAINTE

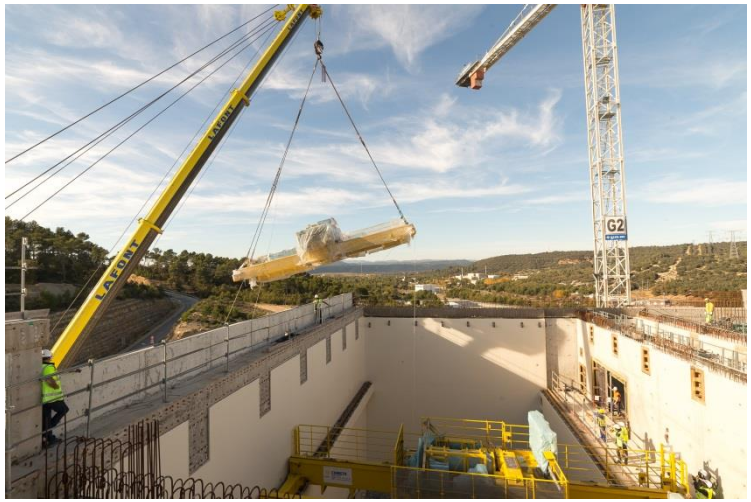


2015 – CUVELAGE DE LA PISCINE
INSTALLATION DES FIXATIONS « DIABOLOS »

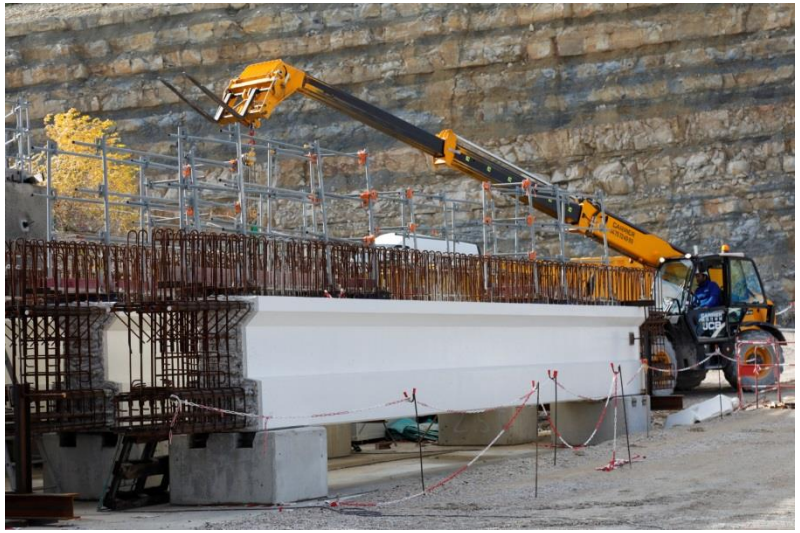


2015-2016 – FERRAILLAGE ET BÉTONNAGE DES CELLULES CHAUDES

OCTOBRE 2016 – PONTS DE MANUTENTION DU BUA

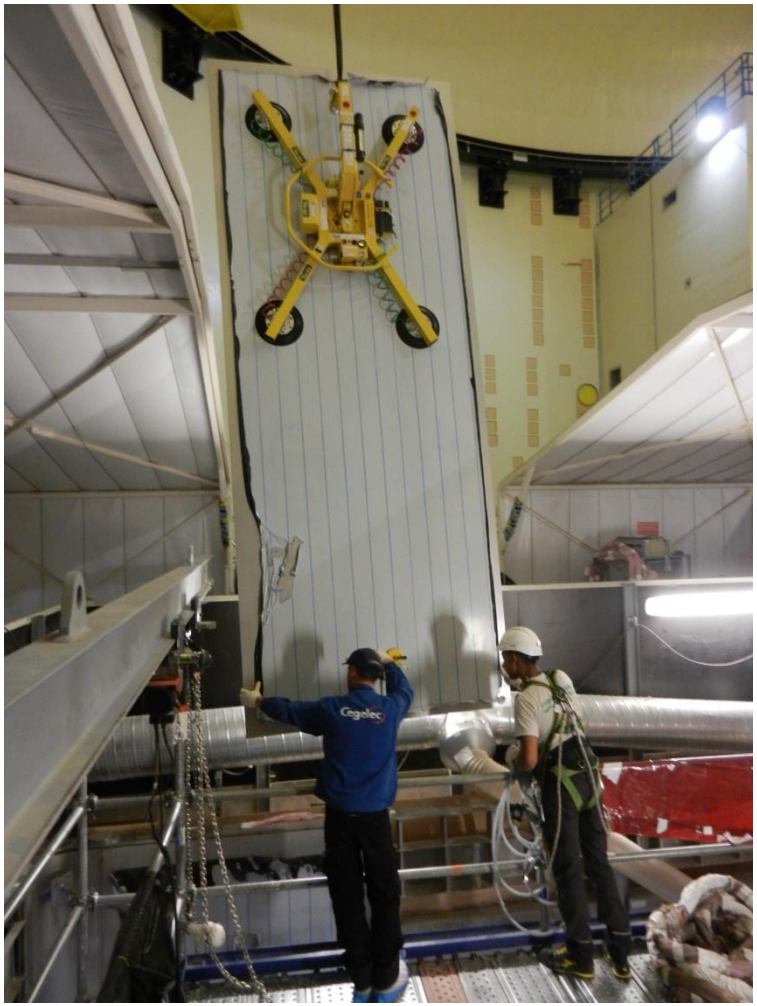


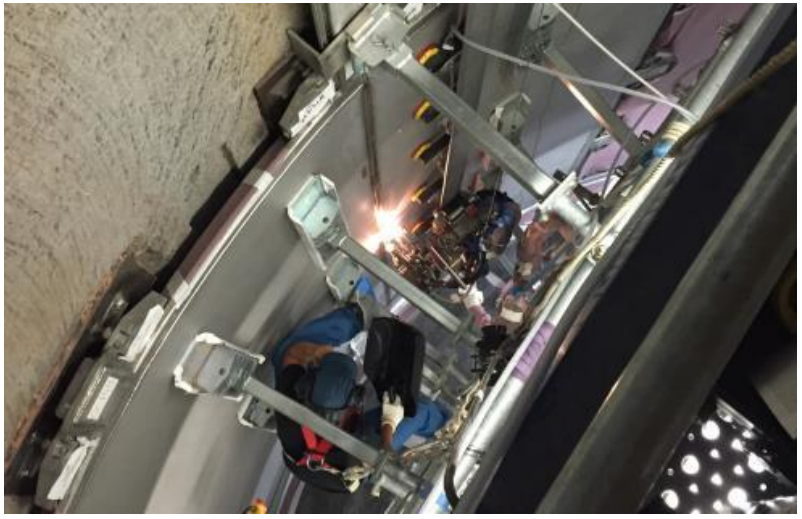
NOVEMBRE 2016 – FÉVRIER 2017
FERMETURE DU TOIT BUA



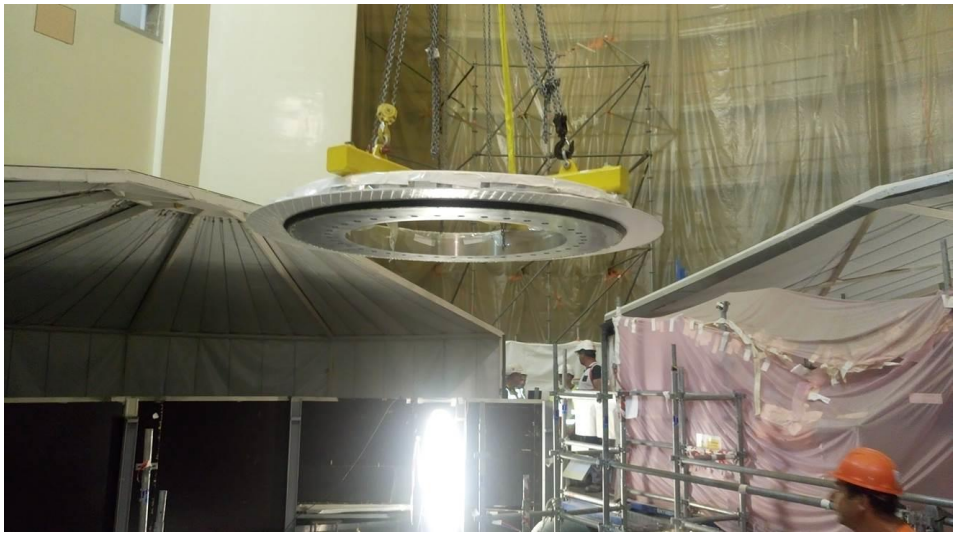
PRINTEMPS 2017 – Cuvelage des cellules chaudes

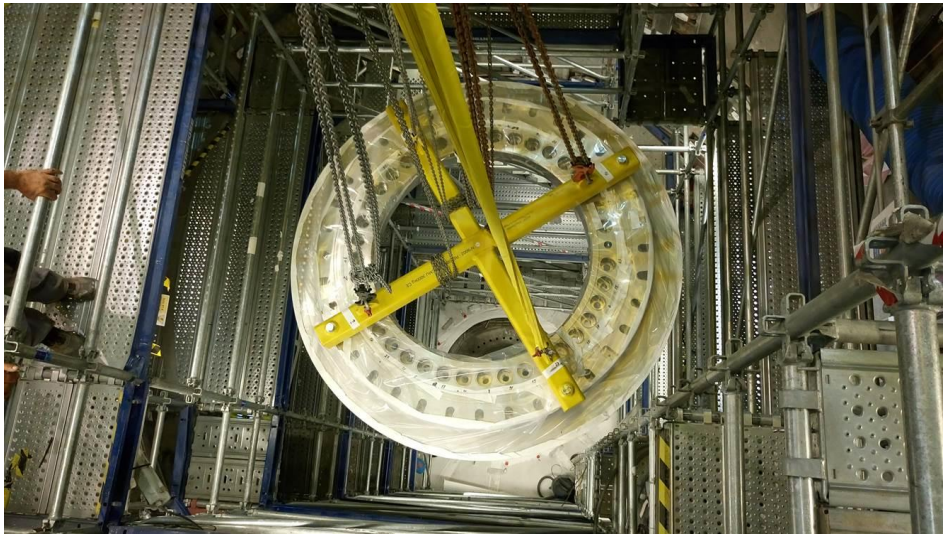
PRINTEMPS 2017 – Cuvelage des piscines

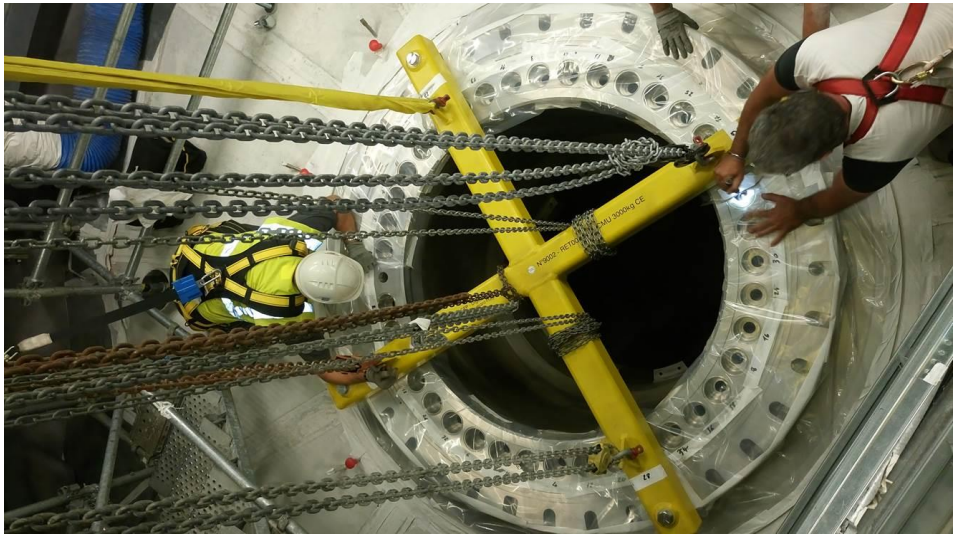




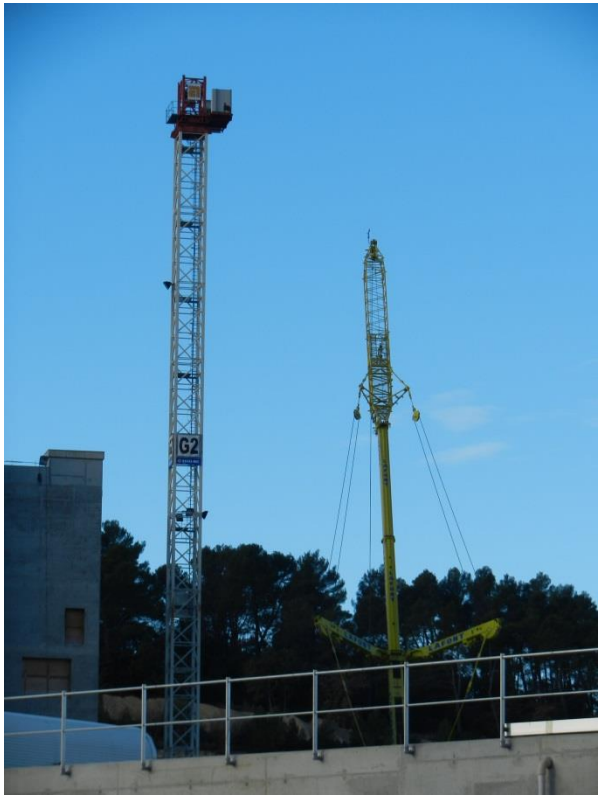
AOÛT 2017 – Introduction de la virole de fond de piscine réacteur



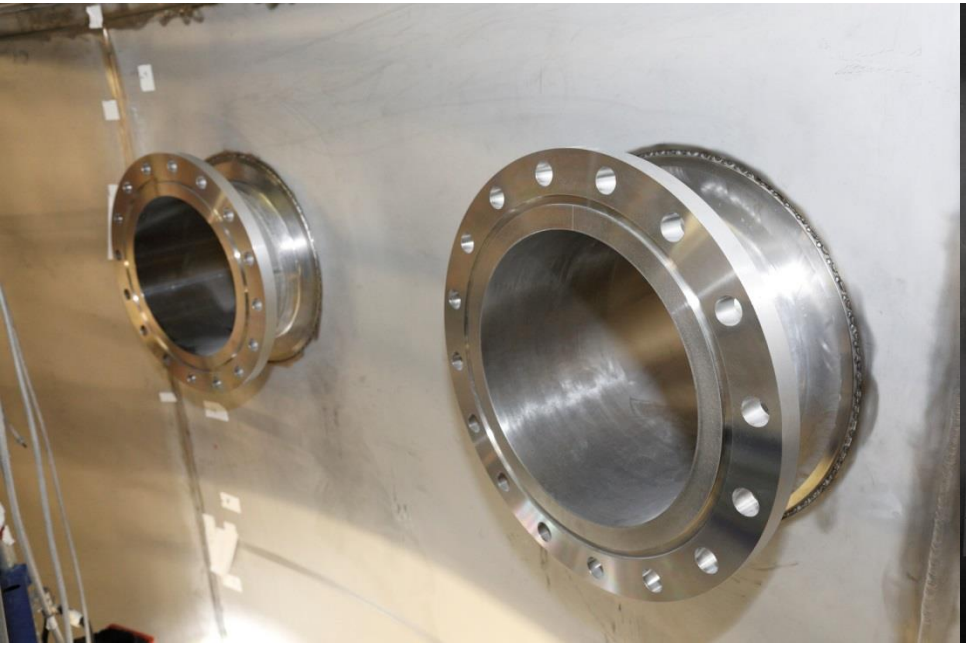


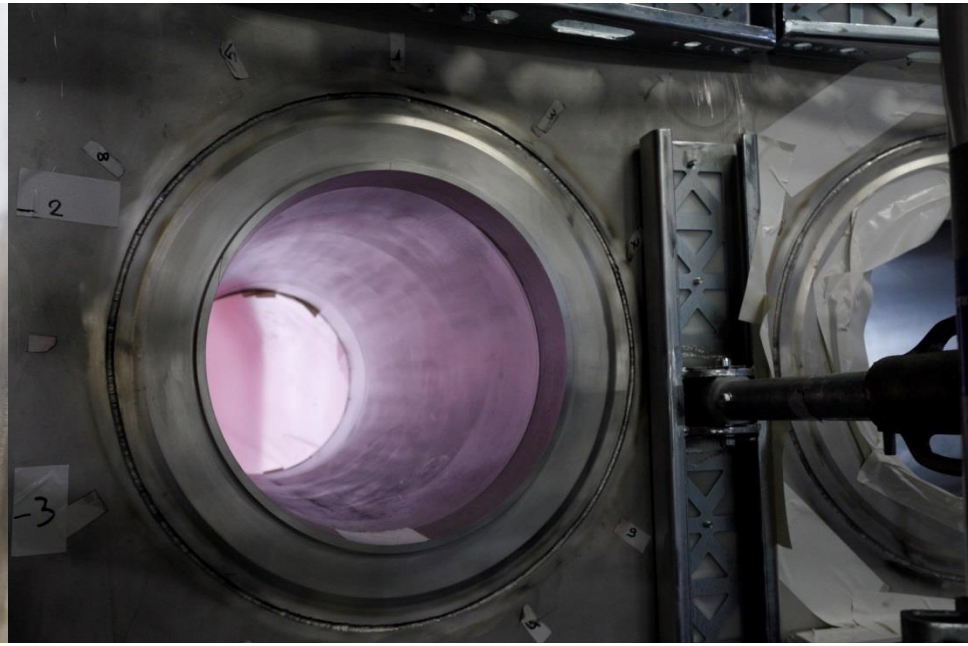


NOVEMBRE 2017
DÉMONTAGE DE LA GRUE G2 – FIN DU GROS ŒUVRE



DEBUT 2018
POSE DES TRAVERSES EN PISCINE REACTEUR



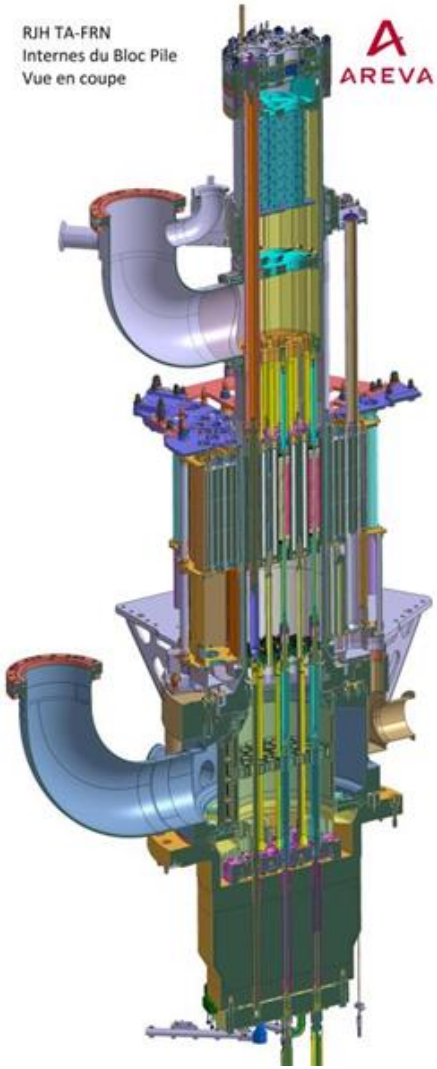


Divers éléments en cours d'usinage et de tests

Pompes primaires

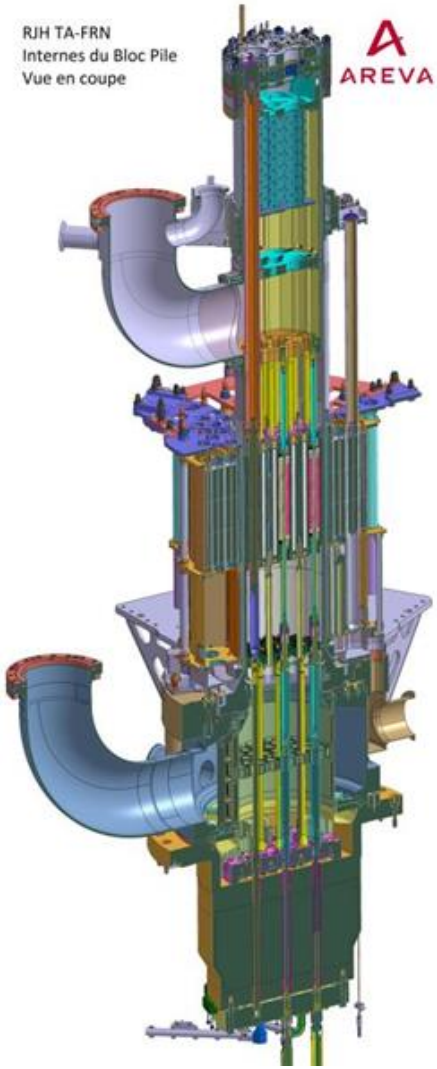
Echangeurs primaires

Divers éléments en cours d'usinage et de tests

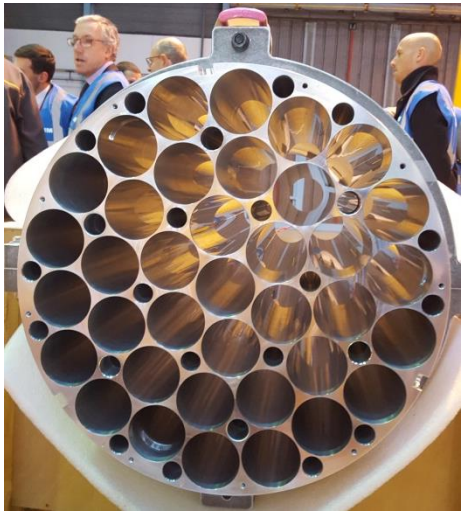


Bloc pile

Divers éléments en cours d'usinage et de tests



Cœur et réflecteur



Systèmes à déplacement

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

MERCI
POUR VOTRE ATTENTION

www.cea.fr