

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



Coordination des tirs de Gammagraphie Industrielle sur le Projet de Réalisation Démarrage du réacteur Jules Horowitz

*Christophe Beretti
Franck Maria
CEA/DEN/CAD*

www.cea.fr

Le RJH

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



Étude du comportement des matériaux et combustibles sous irradiation

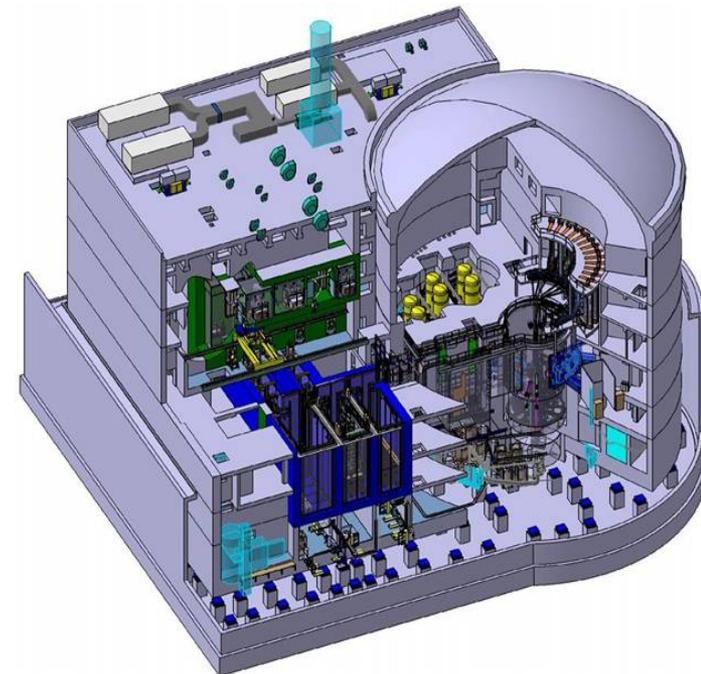
- **Soutien aux réacteurs nucléaires existants et futurs**
 - Contribution à la maîtrise de la durée de vie des centrales
 - Support aux évolutions et aux innovations pour les centrales et pour le combustible
 - Maîtrise de la sûreté associée
- **Défis : RJH réacteur de recherche haute performance**
 - Flux de neutrons importants
 - Reproduire l'environnement des réacteurs industriels, transitoires pour la sûreté
 - Capacité expérimentale importante

Production de radioéléments pour le médical

- **Production de Mo99 pour le Tc99 (scintigraphies)**
 - 25 à 50% des besoins européens

RJH CONTRIBUERA À REMPLACER LES RÉACTEURS DE RECHERCHE EXISTANTS

Pays	Réacteur	Mise en service
Rep. tchèque	LVR15	1957
Norvège	Halden	1960
Hollande	HFR	1961
Belgique	BR2	1961

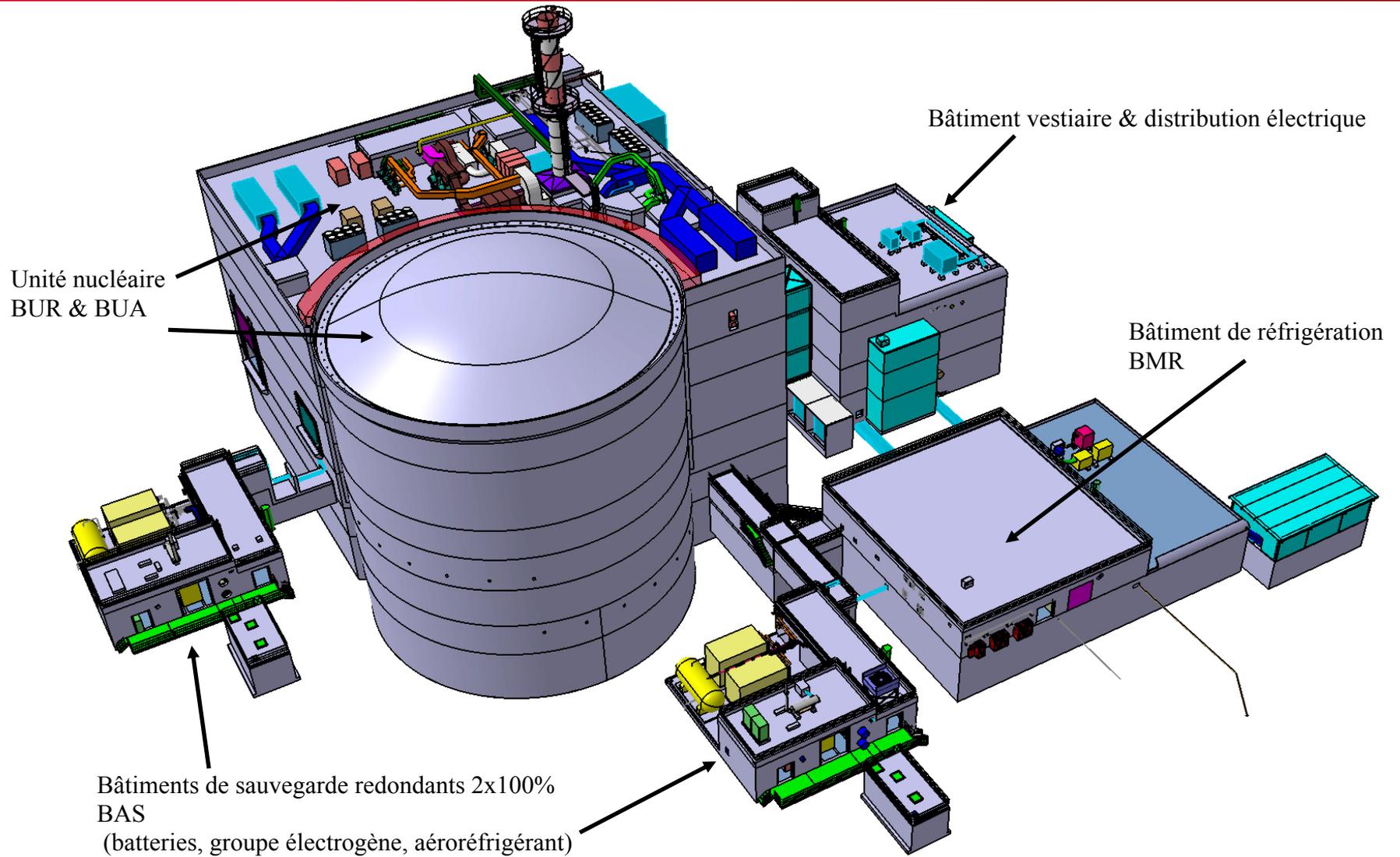


UN MODÈLE ÉCONOMIQUE NOVATEUR POUR UNE INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE APPLIQUÉE

- Montage du Consortium international pour la construction et l'exploitation du RJH
- CEA, propriétaire, exploitant nucléaire, Maître d'Ouvrage
- Un membre du Consortium contribue au financement de la construction et dispose d'un droit d'accès en proportion
- Un partenariat intégrant public et privé

JHR Consortium partnership: Research centers & Industrial companies





**BATIMENT DES
ANNEXES
NUCLEAIRES**

**BATIMENT
REACTEUR**

**Caractéristiques
générales**

BR : Φ 36.6 m x H 43.1

BAN : 50.3 x 46.4 m

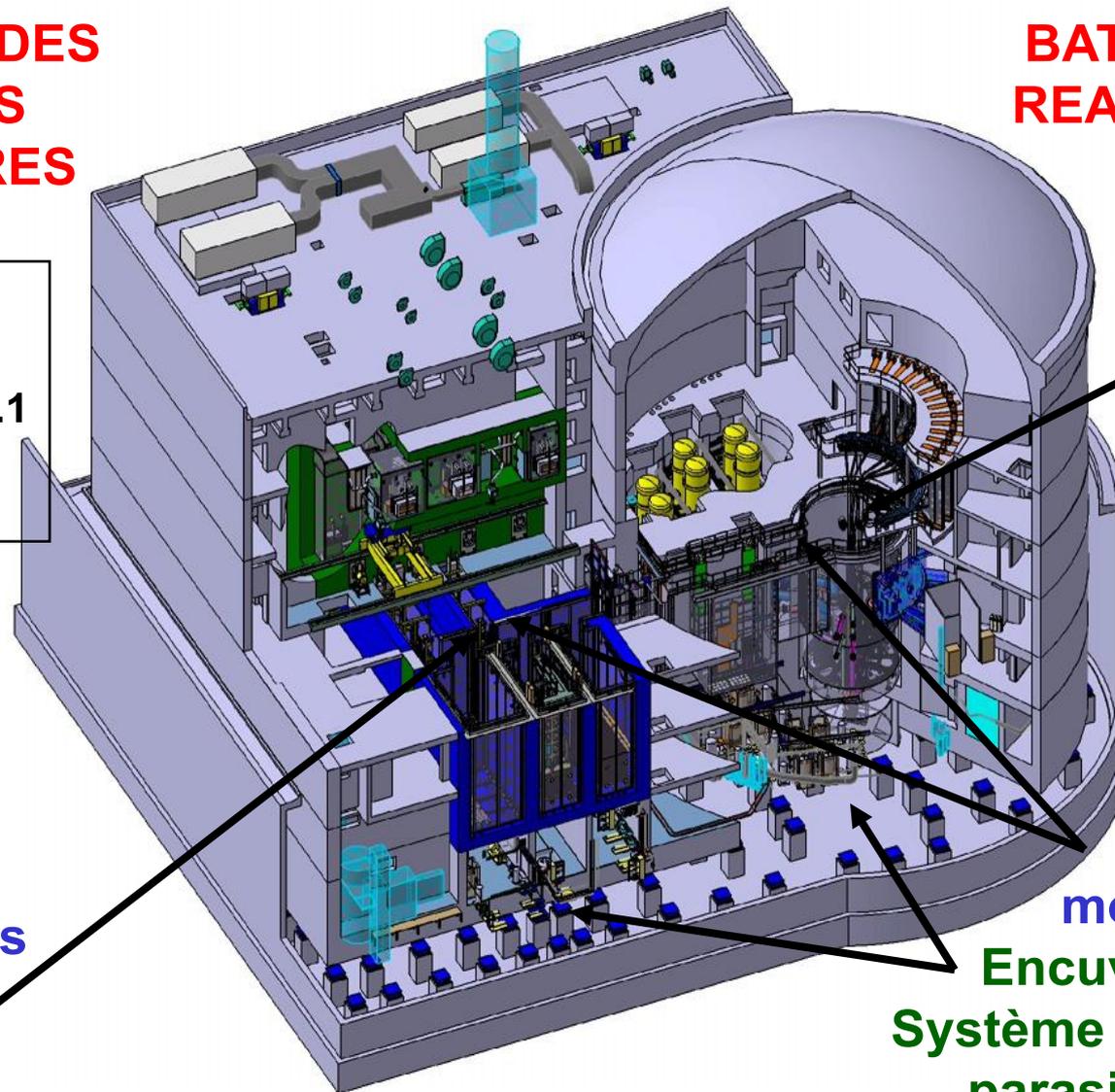
H 34.8m

**Piscine
Réacteur**

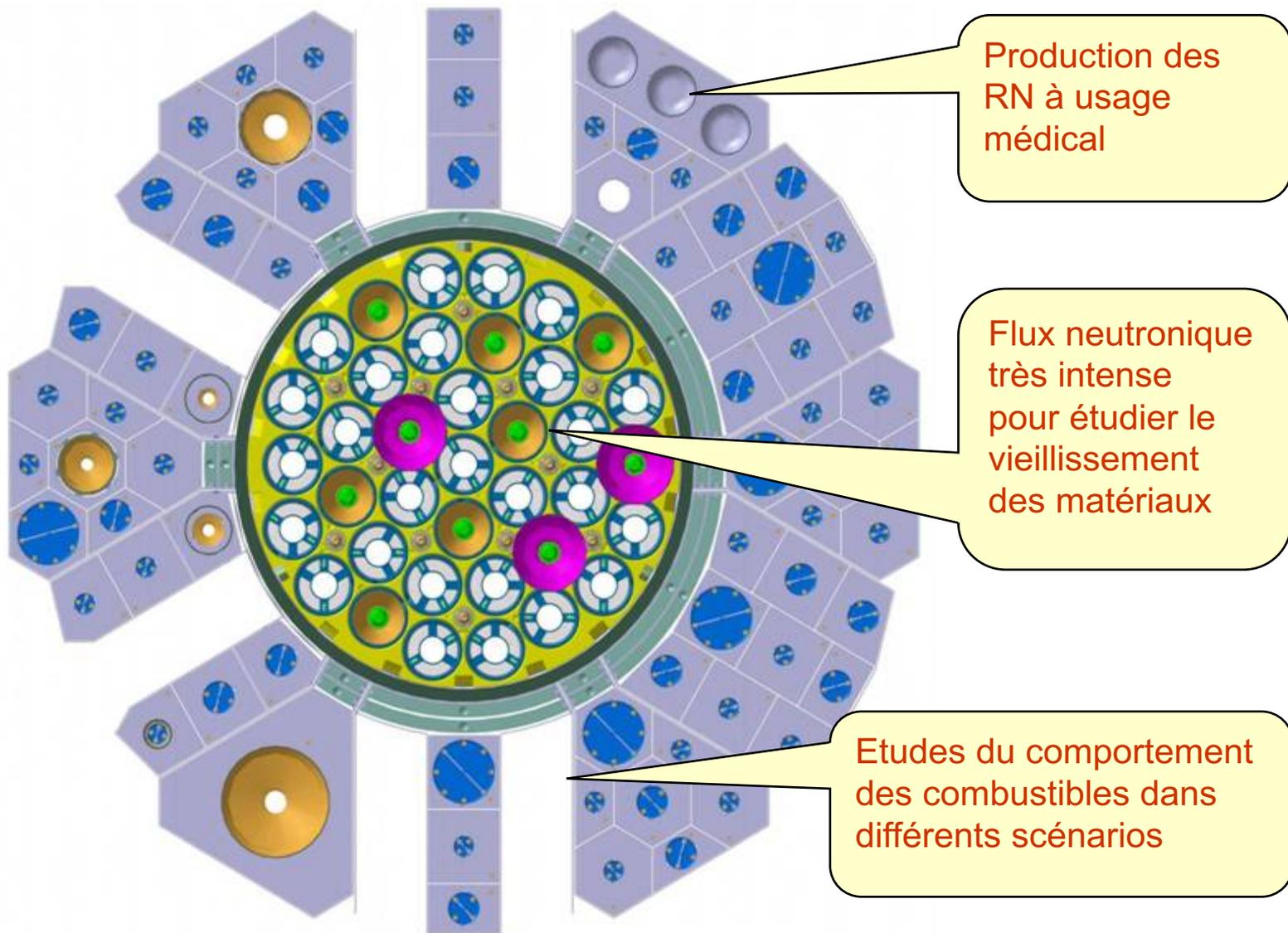
**Canal de
transfert vers
piscines /
cellules**

**Bloc-eau
monolithique**

**Encuvement
Système d'isolation
parasismique**

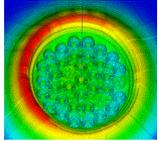


LE COEUR DU RÉACTEUR CHARGÉ D'UNE VINGTAINÉ D'EXPÉRIENCES ET DE LA PRODUCTION DE RADIO-ISOTOPES À USAGE MÉDICAL



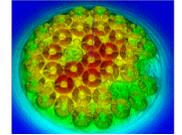
RJH : capacités expérimentales et performances à 100 MWTh

Flux thermique dans le réflecteur :
 $5.5 \cdot 10^{14} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$

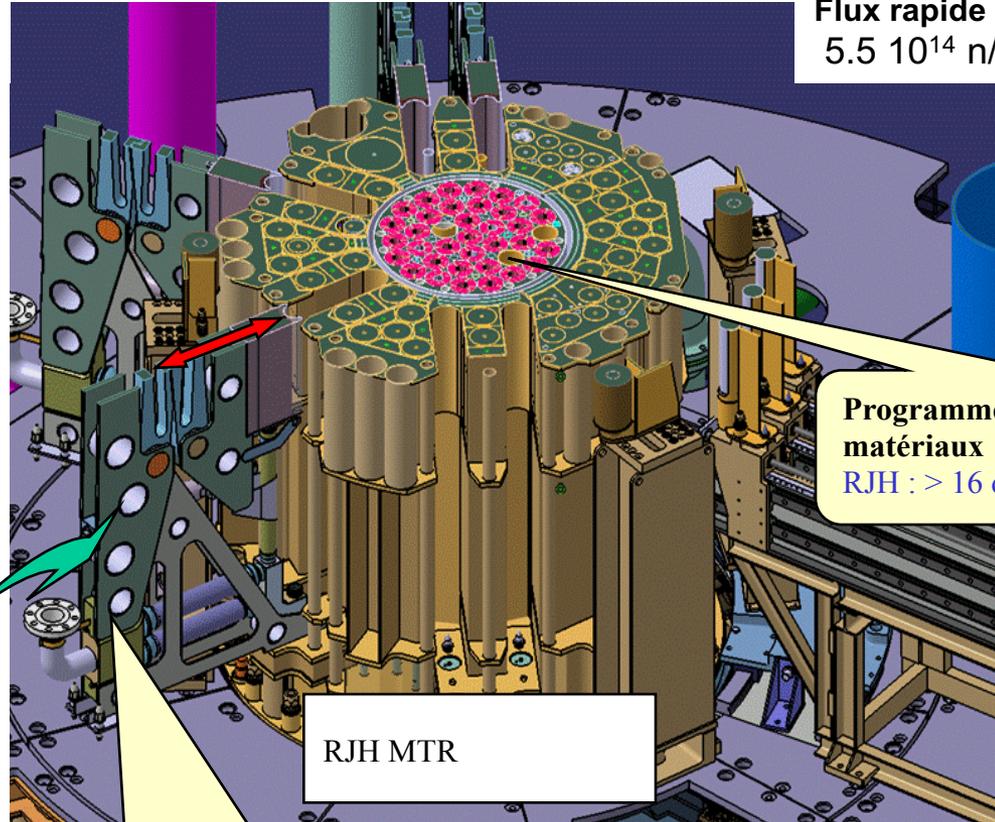


Flux de neutrons thermiques

Flux rapide dans le coeur :
 $5.5 \cdot 10^{14} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$



Flux de neutrons rapides

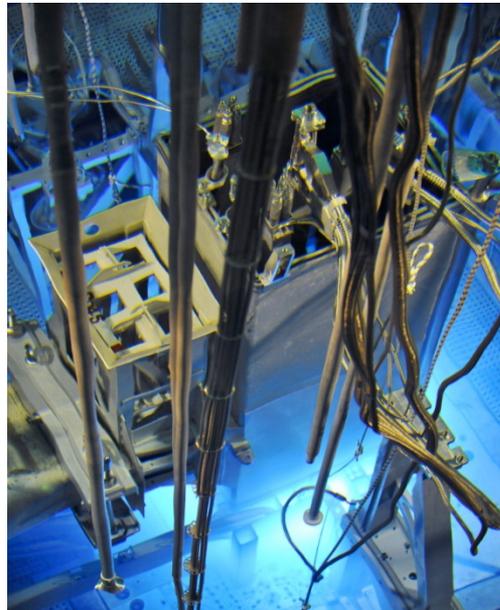


RJH MTR

Programme vieillissement de matériaux
RJH : $> 16 \text{ dpa/an}$

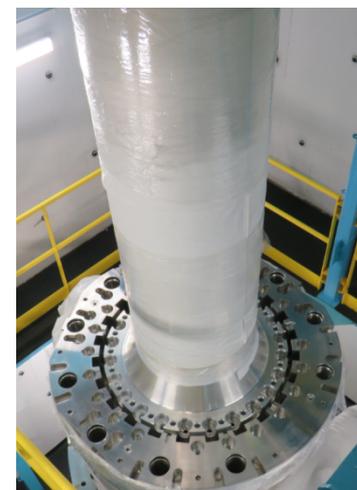
Système de déplacement :
• Pour ajuster la puissance
• pour des transitoire de puissance

Plus de 20 expériences
en parallèle



OSIRIS

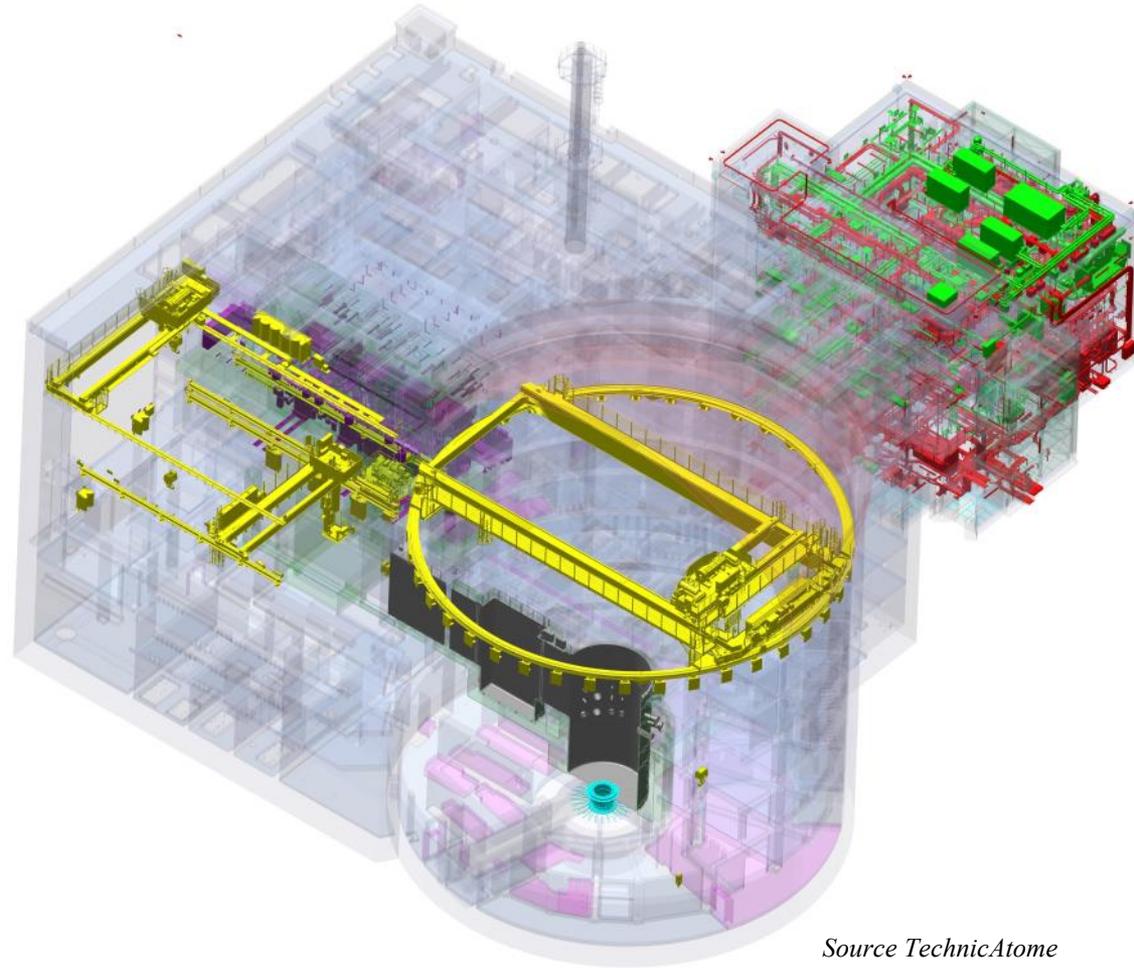
Montage à blanc du Bloc Pile (fournisseur TechnicAtome)



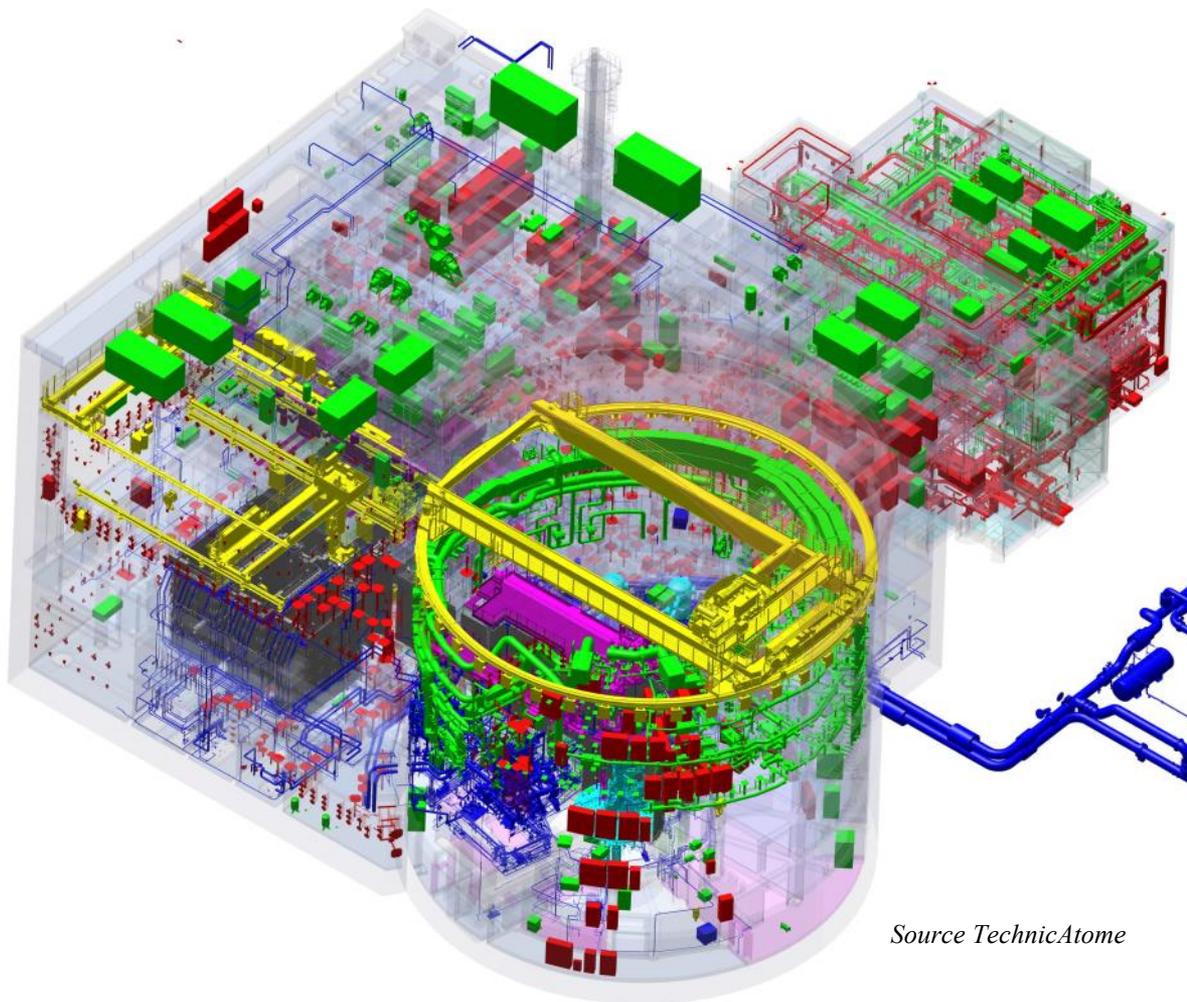
Réception Echangeur Primaires (fournisseur CIEMAT/ENSA)



Situation actuelle des montages sur site

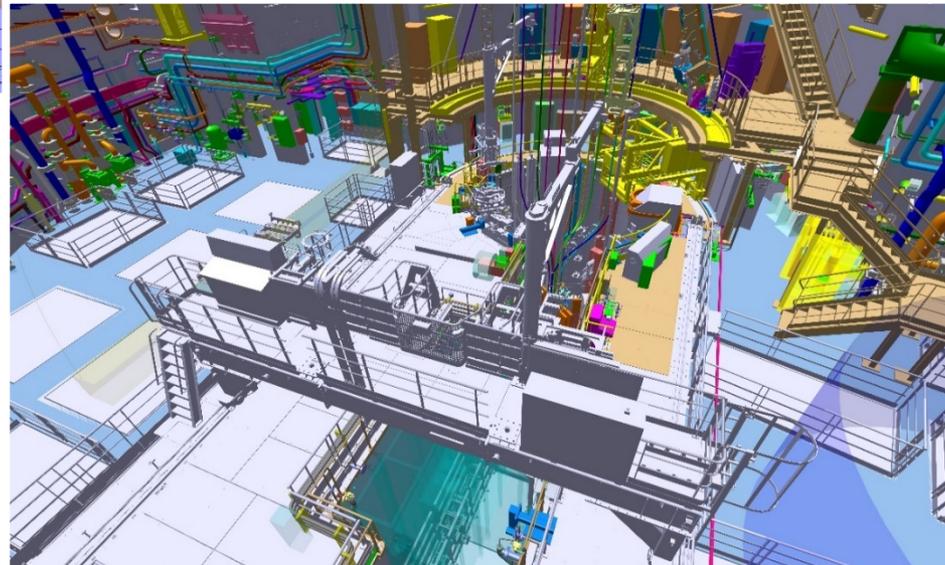
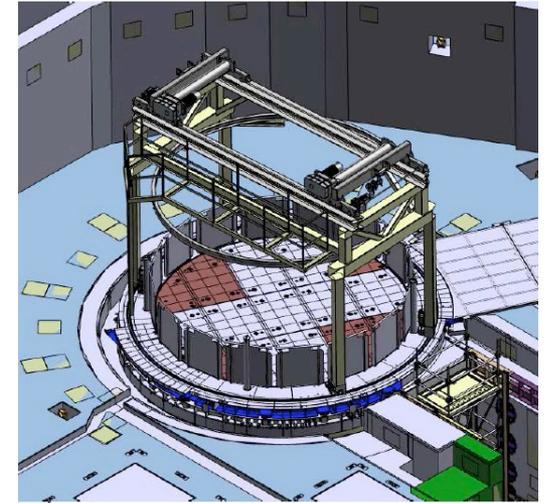
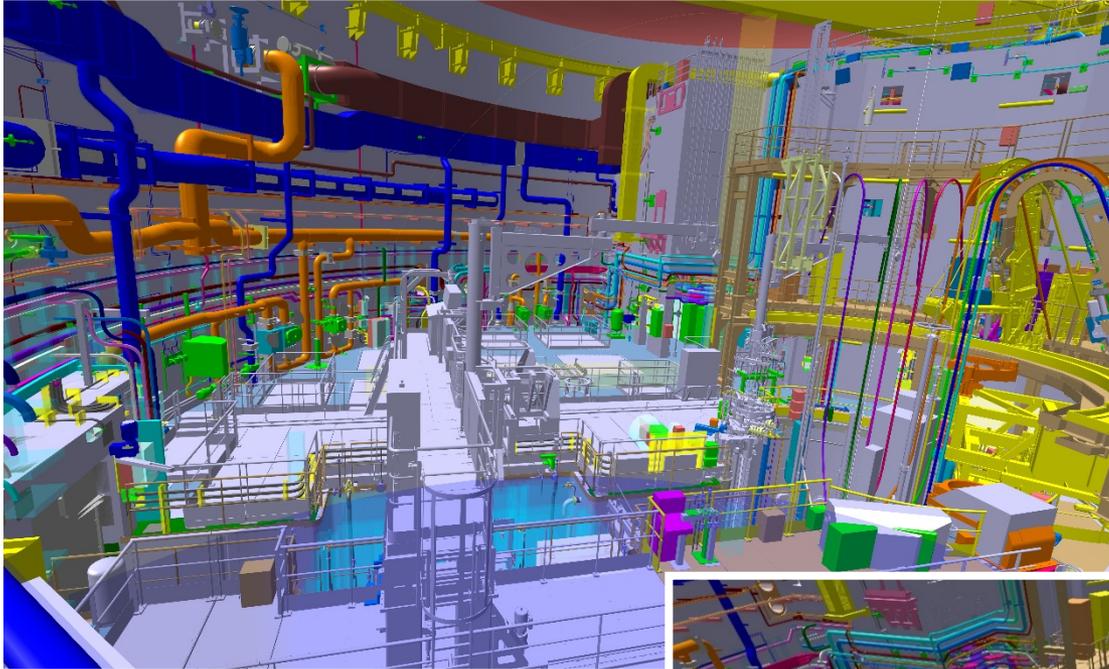


Source TechnicAtome



Source Technic.Atome

Coactivité chantier



Contexte

- Les campagnes de tirs de radiographie sur les équipements industriels entrent dans le périmètre du chantier en phase de construction (chantier clos et indépendant : décret 94)
- Les tirs sont réalisés lors de la phase de montage des équipements en zone chantier

Objectifs

- Mise en place d'une organisation permettant de garantir la réalisation des contrôles avec la plus grande maîtrise, en particulier en garantissant le respect des limites de balisages et le non franchissement involontaire des balisages
- Organisation et contrôle des tirs coordonnés avec les phases de montage (pas d'impact planning)

Par opération de contrôle, on entend tout programme de tirs réalisé, sur une durée limitée, sur un même lieu et dans un environnement de travail identique par une ou plusieurs entreprises de radiographie industrielle en sous-traitance direct du donneur d'ordre ou indirect avec certains lots.

Chartes ASN/DIRECCTE/CRAM-SE



Prévenir les risques liés à l'interférence entre :

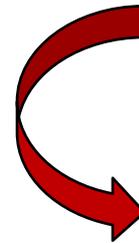
- les intervenants,
- les radiologues,

Sur des situations à risques tels que:

- risques de co-activité accrus entre radiologues et autres corps de métier
- tirs croisés entre différentes équipes de radiologues
- plage horaire de tirs très courte
- espace confiné

But : réduire ces risques en planifiant le plus en amont possible les travaux de radiographie afin de limiter au maximum le nombre de situations d'urgence

Décret de 94



Coordination pour les opérations de bâtiment et de Génie-Civil applicables aux chantiers *CLOS* et *INDEPENDANTS* situés à l'intérieur du périmètre d'un établissement en activité

CLOS = isolés physiquement

INDÉPENDANTS = Sans interaction aucune avec les activités de l'établissement

PGC / PPSPS



Application au chantier RJH

Mandat confié à un titulaire pour la fonction de
Coordinateur de Tirs de Radiographie Industrielle désigné « CTRI »

pendant les opérations de tirs simultanés entre différentes équipes de techniciens en radiographie industrielle, appartenant ou pas à la même entreprise

 Marché indépendant de ceux des tirs de radiographie industrielle passé et suivi par le MOA (Pilote Opérationnel)

Autorité que le MOA lui confère par rapport à l'ensemble des intervenants ainsi que les moyens en temps qu'il met à sa disposition (comme un CSPS)

Spécification par le MOA de la qualification du personnel demandée au CTRI (CTRI et superviseur) (Formations et Expériences) : *marché intuitu personae*

Mission générale du CTRI

- Prévoir une plage horaire spécifique aux tirs radio sans co-activité
- Sélectionner si possible une seule entreprise de radiographie industrielle pour l'ensemble des tirs à réaliser et limiter, en tout état de cause, le nombre d'entreprises intervenantes
- Évaluer, le plus précocement possible dans la journée, le volume global de tirs du soir et figer le plus tôt possible dans l'après midi le programme final des tirs (communication à l'ensemble des entreprises intervenantes)
- En collaboration avec les PCR (MOA/SPR et Entreprises Extérieures), élaboration de plans de tirs et de balisage et des fiches d'intervention correspondantes

CAHIER DES CHARGES DU CTRI

- Éviter les risques : le CTRI propose des solutions techniques permettant de prévenir ou de maîtriser les risques liés aux rayonnements ionisants , éviter et éliminer les risques lors d'opération de radiographie industrielle

- Veiller au respect des PPSPS des entreprises de radiographie industrielle

- Prendre en compte la co-activité liée à la présence simultanée de plusieurs équipes de tirs

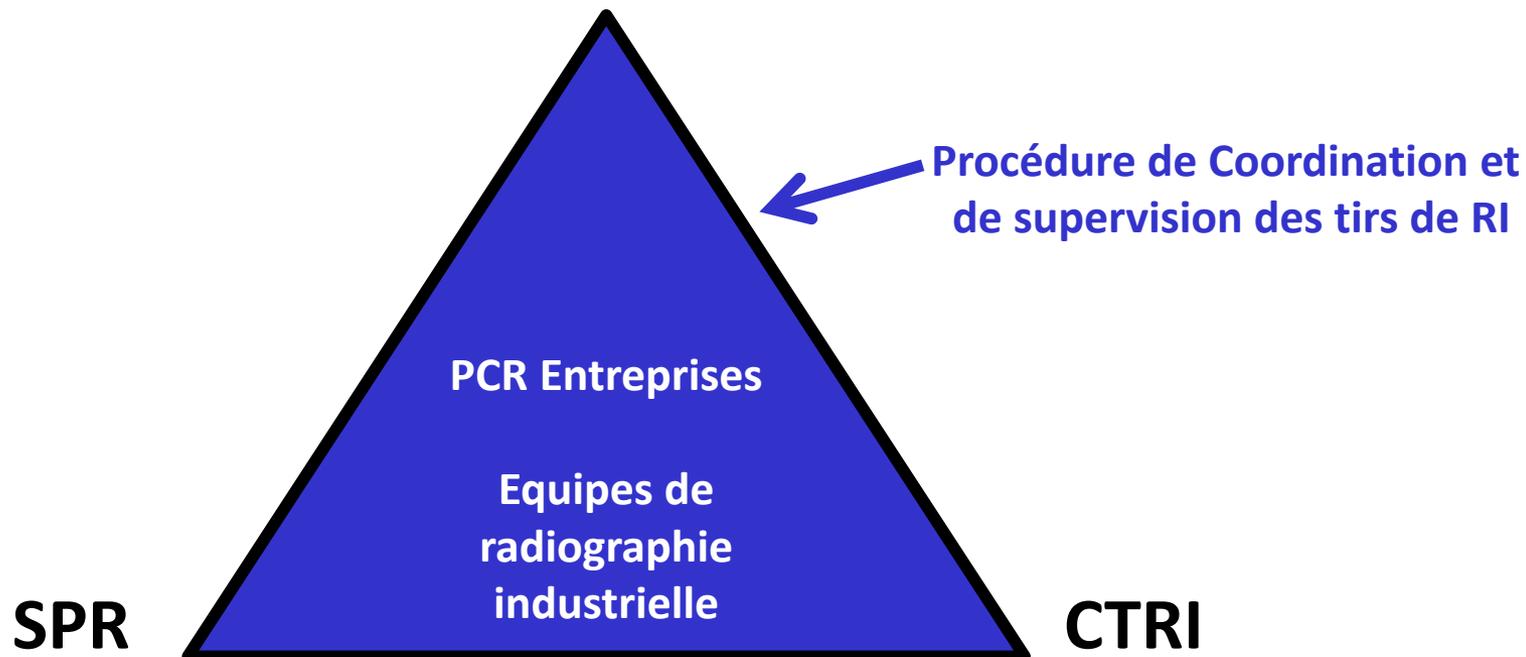
- Vérifier/Valider les permis de tir (avec plan de balisage) et vérifier la note de calcul permettant de déterminer le périmètre d'isodoses 2,5 μ Sv/h

- Vérifier l'identification des noms des opérateurs et la possession des habilitations nécessaires à l'activité

- Piloter la réunion « tirs radios » réalisée le jour J avec l'ensemble des parties prenantes

- Délivrer les Autorisations de Travail/Vérifier la mise en application des dispositions/Rédiger les Compte-rendus des opérations

MOA qui porte la responsabilité



Travailler ensemble (MOA/SPR/CTRI) sous un référentiel commun
(critères de surveillance identiques à celle de la Charte des bonnes pratiques)



Procédure validée par tous les acteurs du projet

PROCEDURE COMMUNE

- Rédaction commune entre le Projet et le SPR
- Le CTRI est au cœur des échanges entre le MOA, le SPR, les entreprises intervenantes et les équipes de radiologie industrielle.
- Le CTRI a la charge de planifier, organiser, et piloter les réunions de coordination des opérations de tirs sur le chantier (avec les PCR)
 - Coordination des vacations à venir
 - Amélioration permanente des conditions de sécurité des interventions.
- La procédure définit également les dispositions préalables aux tirs, et applique les principes de justification et d'optimisation :
 - détail des règles de délimitation de la zone de tir et des dispositifs à utiliser
 - vérification administratives : certification/formation/habilitations
 - documents à établir
 - les actions à réaliser sur l'opération (avant, pendant et après)

LES OUTILS DU CTRI

- Procédure définissant l'organisation, le processus de tirs radiographiques, ainsi que le rôle et les responsabilités de tous les acteurs
- Registre de suivi des tirs : le CTRI consigne chaque jour les écarts entre le programme réalisé et le programme prévu (avec rapport des actions correctives proposées aux entreprises de radiographie industrielle)
- Outil de gestion pour le traitement des incidents survenant lors de contrôles radiologiques
- Cahier de Retour d'expérience alimenté à chaque fin de campagne de tirs (REX des points positifs et des points négatifs et proposition des points d'amélioration)
- Permis de contrôle radiographique et différents supports pour mener à bien la mission de coordinateur de tirs comme le CR de la visite des locaux à J-1 et la check-list de préparation des tirs

VERIFICATION ADMINISTRATIVE

FICHE DE SYNTHESE DES DONNEES ADMINISTRATIVES REQUISES

Le modèle tenu à jour est accessible sur le réseau informatique et sur le site intranet du SPR

Lieu et objet de l'opération de radiographie industrielle :
Opérations d'opération de radiographies industrielles du _____ au _____
Entreprise Intervenant : _____
Ref PdP : _____
Ref DIMR : _____

INFORMATIONS RELATIVES AUX OPERATEURS

Nom Prénom de l'opérateur	Aptitude médicale (date Validité)	Classement Radiologique	Formation à la radioprotection		Diplôme CAMARI			Formation transport classe 7 (si gammatron)	Formation aux EPI (si nécessaire)	Dosimétrie opérationnelle 12 mois glissants (mSv)	
			Date Validité	Organisme	Option*						Date Validité
					1	2	3				
										<	
										<	
										<	
										<	

*1 Générateur électrique rayons X, 2 Générateur de particules, 3 Gammatron

INFORMATIONS RELATIVES AUX DISPOSITIFS

Nota : le détail des caractéristiques de l'appareil doit être précisé dans le DIMR

Dispositif	Type	Référence / numéro	Carnet de suivi De l'appareil (oui/non)	Carnet de suivi des accessoires (oui/non)	Autorisation détention source (Référence)	Date contrôle (date validité)	
						Interne	Externe
Générateur électrique rayons X							
Accélérateur de particules							
Gammatron							
Sources							

	Responsable de l'Entreprise Intervenant	PCR de L'Entreprise Intervenant
Non Prénom		
Date		
Signature		

COMPTRE-RENDU VISITE J-1

ANNEXE 9 : MODELE DE COMPTE-RENDU DE LA VISITE A J-1

Personnes présentes		Noms	Numéro d'AT associé	
Donneur d'ordre MOA	<input type="checkbox"/>		N°	
CTRI MOA	<input type="checkbox"/>			
Représentant Radiologue	<input type="checkbox"/>		Dates des tirs	
SCR	<input type="checkbox"/>		du:	au:

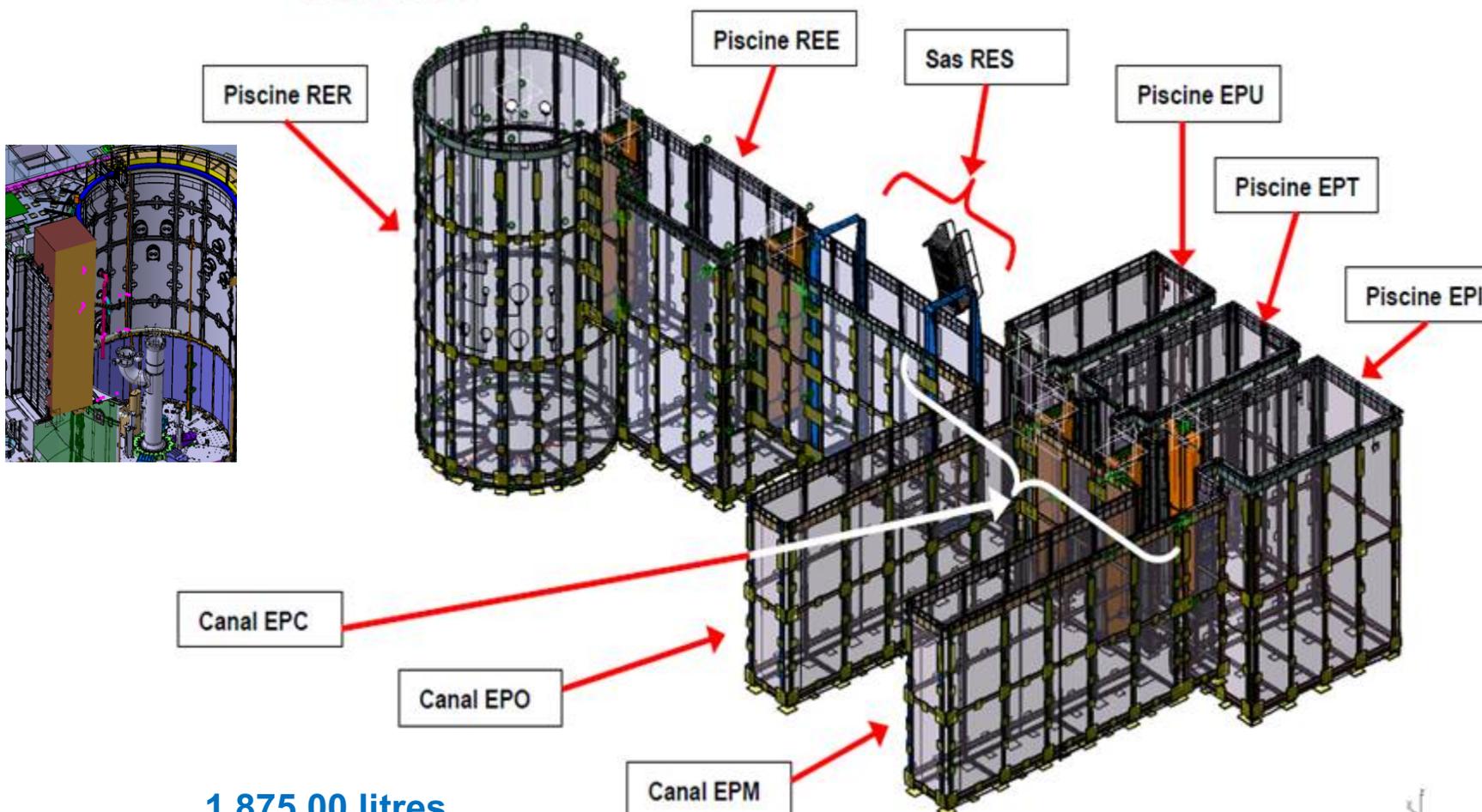
En visitant chaque local inclus dans la zone d'exclusion, l'équipe de visite s'assure que :			
Le lieu prévu pour les tirs correspond bien à la demande de tir.	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	
La position la plus défavorable sert de référence pour l'analyse du plan de balisage proposé.	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	
La nature des 6 faces des locaux inclus dans le périmètre de balisage est conforme aux plans de génie civil.	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	
L'ensemble des moyens d'accès à la zone de tir sont identifiés sur les plans de tir et balisés (porte, crinoline, escalier, ascenseur).	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	S.O. <input type="checkbox"/>
Les lignes de fuite sont clairement identifiées : trémie, gaine de ventilation, passage de câbles ... et ne remettent pas en cause le balisage.	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	S.O. <input type="checkbox"/>
Le balisage prévu sur le plan assure l'isolement physique exhaustif de la zone de tir.	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	
Le balisage prévu ne remet pas en cause les cheminements d'évacuation.	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	
Le matériel de sécurité et de protection incendie reste accessible.	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	
Les conditions d'éclairage pour la réalisation des tirs sont satisfaisantes.	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	
Tous les moyens d'accès aux soudures sont disponibles et conformes.	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	
L'alimentation électrique ainsi que le matériel associé sont disponibles.	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	

CHECK-LIST DE SUPERVISION

ANNEXE 11 : **MODELE DE CHECK-LIST DE SUPERVISION DES TIRS RADIO**

cea ORFÈVRES		CHECK - LIST SUPERVISION TIRS RADIO	Associé à L'AT N° :			
			Date des tirs			
			J	M	A	H
Une réponse négative à l'une des questions ci-dessous ne permet pas la validation du permis de contrôle radiographique.						
RECEPTION DE L'ENTREPRISE AU POSTE DE GARDE						
1	Le registre des mouvements de sources / tube X en entrée de site est-il renseigné ? Sans objet si la source / tube X est déjà sur site.	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
2	Le numéro de source / tube X est-il celui renseigné sur le permis / l'autorisation d'entrée ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
PREPARATION DES TIRS						
3	Les personnes présentes sont-elles citées sur le permis ? Si non, ces personnes ne sont pas autorisées à participer aux activités.	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
4	Les personnes intervenantes ont-elles leur titre d'habilitation à jour ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
5	L'affichage est-il présent aux entrées du chantier ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
6	Le balisage mis en place par l'entreprise est-il conforme au plan ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
7	Le balisage mis en place empêche-t-il de pénétrer dans la zone de tir ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
8	L'absence de personnel a-t-elle été vérifiée ? Voir formulaire 2/2	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
9	Tous les intervenants ont-ils leur dosimétrie opérationnelle et passive ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
10	L'entreprise est-elle équipée d'un radiamètre avec étalonnage en cours de validité ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
11	Le balisage se compose-t-il des éléments suivants ? - Banderolles rouges à trisecteur portant la mention "Contrôles radiographiques, Franchissement interdit" - Panneaux trisecteur normalisés indiquant la nature du risque "Danger d'irradiation" - Balises lumineuses en fonctionnement	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
12	Toutes les personnes susceptibles d'être en interface avec les équipes de tir sont-elles dotées de moyens de communication ? Si non, ces personnes ont interdiction de pénétrer le balisage après le début des tirs.	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
LANCLEMENT DE LA CAMPAGNE DE TIRS						
13	La FLS est-elle prévenue du début des tirs ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
14	L'appel général de l'installation donnant l'ordre d'évacuation et indiquant le début des tirs a-t-il été effectué ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
FIN DE LA CAMPAGNE DE TIRS						
15	L'appel général annonçant la fin des tirs a-t-il été effectué ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
16	La FLS est-elle prévenue de la fin des tirs ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
17	L'affichage aux entrées est-il retiré ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
18	Tous les balisages ont-ils été retirés dans les installations ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
19	Le permis de tir et l'AT sont-ils renseignés et soldés ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
20	Le registre des mouvements de sources en sortie de site est-il renseigné ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
21	Le cas échéant, les accès ouverts pour permettre le déplacement des équipes de tir ont-ils été refermés ?	OUI	<input type="checkbox"/>	NON	<input type="checkbox"/>	
VISA lignes 1 à 14:		VISA lignes 15 à 21:				

PISCINES DU RJH (FOURNISSEUR : CEGELEC CEM)



1 875 00 litres

537 tôles

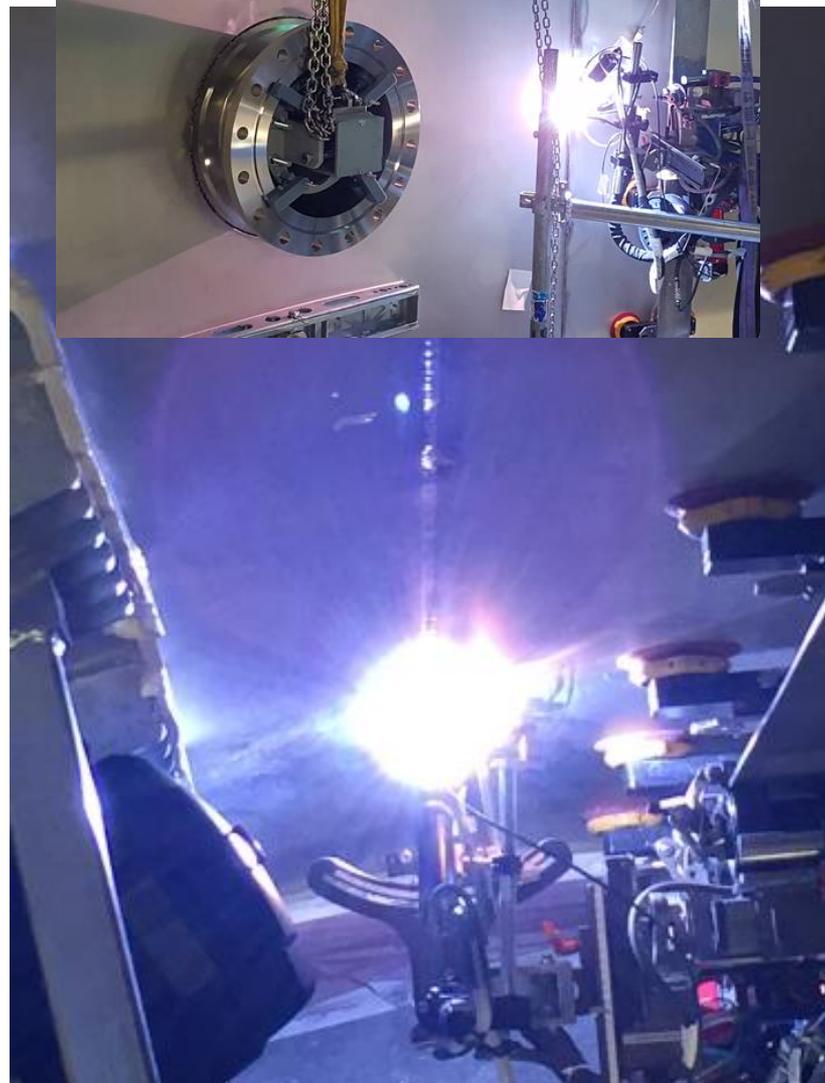
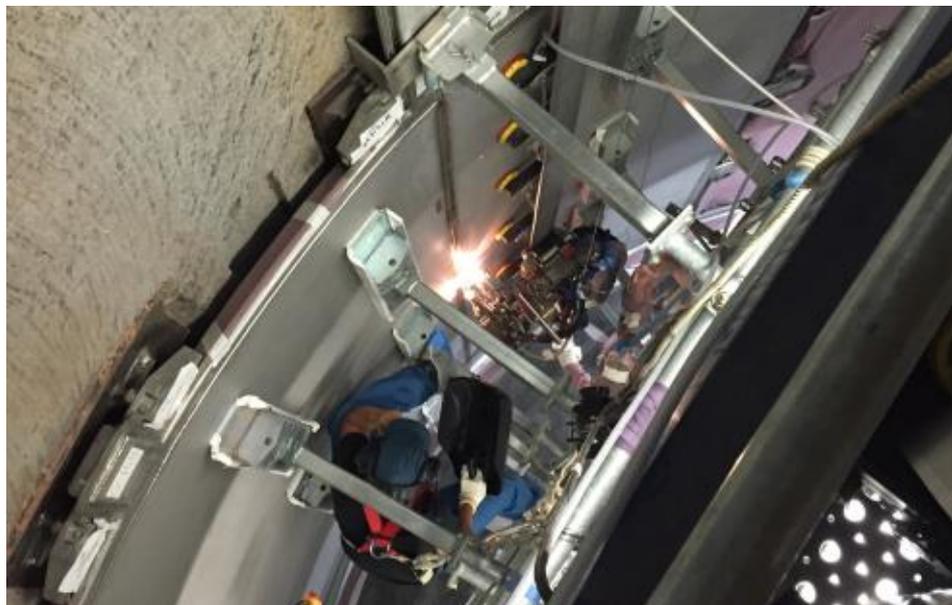
1 725 m² de cuvelage

2 200 ml de soudures de liner sur lattes (3 passes)

OSSATURE PISCINE REACTEUR



SOUDAGES DU LINER PISCINE REACTEUR



Avec l'aimable autorisation de Cegelec CEM

TIR DE CONTRÔLE RADIO (SOUDURES LINER SUR LATTES)



*Avec l'aimable autorisation de Cegelec
CEM*