

EXPERTNUC



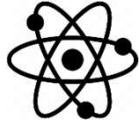
ENERGIE NUCLEAIRE



Comprendre les aspects de l'énergie nucléaire et de la filière nucléaire (et activités de REEL dans la filière)

PARTIE 5

Edition révisée pour tenir compte de l'actualité au 03/09/2024



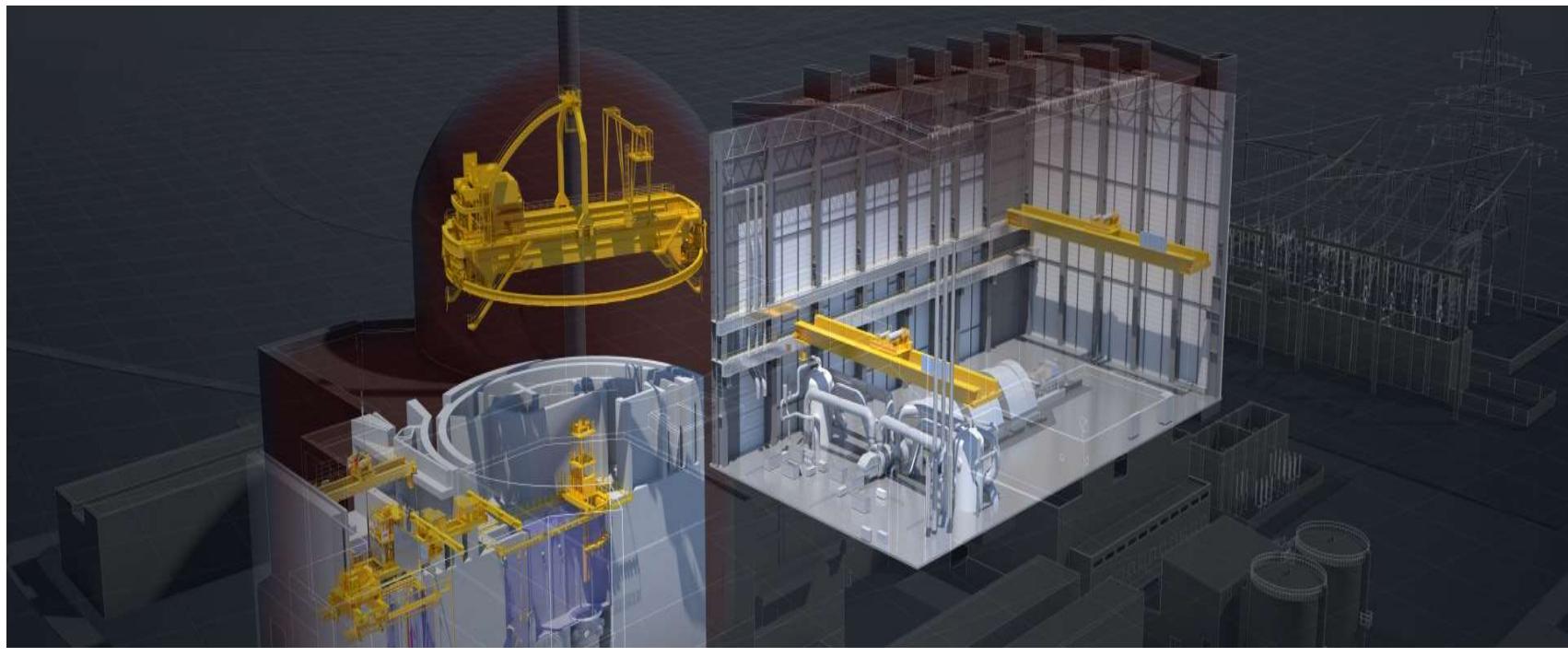
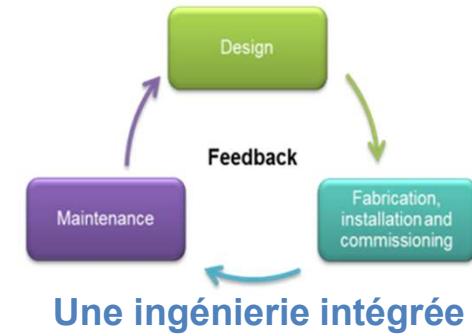
EXPERTNUC



Academy

ENERGIE NUCLEAIRE

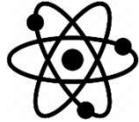
11 - LES ACTIVITES DU GROUPE REEL



BK

BR

IC ou SDM

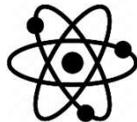


EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

- **Historique de REEL dans le nucléaire**
- **Centrales Nucléaires**
- **I'Aval et l'Amont du Cycle**
- **Dans diverses installations**
- **Fabrication de produits spécifiques**
- **La Défense**



EXPERTNUC



1956 : Premiers contacts avec la toute jeune industrie nucléaire : Potence de chargement de la pile expérimentale G1 à Marcoule (suivi par les portiques de chargement de G2 et G3 à partir de **1963**)

ENERGIE NUCLEAIRE

HISTORIQUE

1970 : REEL entre dans l'ère industriel du nucléaire : Machines de Chargement les 2 premiers réacteurs de Fessenheim
1973 : Lancement du parc nucléaire français : Machines de Chargement pour 16 premiers 900 MW

Les 1980's :

Premier Pont Perche pour la manipulation des combustibles irradiés en piscine d'entreposage de La Hague
Machines de Chargement pour les tranches françaises (18 + 20 + 4)

L'export : Machines de Chargement pour la l'Afrique du Sud (Koeberg 1&2 dès 1980), la Corée (Ulchin 1&2 en 84) puis la Chine (Daya Bay 1&2 en 88 puis Ling AO 1&2 en 2000) – Les ponts perche de superphoenix (Creys-malville)
Lancement de l'activité « **Services aux bases installées** » avec le parc EDF et les installations de la Cogema.

Les 1990's :

Première grosse opération de modernisation : Pont Passerelle de 28 Tranches 900 MW
Machine de Chargement pour chaufferie nucléaire de sous-marins en 1990 (une 2^{ème} machine en 2003)
Premiers châteaux de transport de combustible : MX8 (1995) et FS65 (1996)

Equipements de manutention de **l'Usine de Retraitement de La Hague**

MELOX: dès 1992, réalisation de 25 équipements de manutention & stockage des crayons et assemblages. Puis en 1994 réalisation de boîtes de stockage des pastilles MOX

2000 : Acquisition de NKMNOELL : Machines de Chargement et Ponts dans les installations nucléaires Allemandes

2002 : Acquisition de ATEA. REEL devient le fournisseur du **Système PMC** (et des **racks de stockage** en piscines), des **Guides de Grappes** des internes de cuve et des **châteaux de transport** de combustibles

2005 : Commande du PMC du premier **EPR OL3** (suivi par **FA3** en 2007, **Taishan 1&2** en 2009 et **Hinkley 1&2** en 2018)

2006 : Commande du PMC du premier **CPR1000 Chinois** : Ling Ao 3&4 suivi par 8 autres réacteurs

2010 : Une première commande pour le nucléaire anglais (Transbordeur pour **Sellafield**)

2013 : Commande des Ponts Lourds d'**ITER** (2 x 750t + 2 x 50t)

2014 : Première Commande de systèmes de filtration (**Tambours Filtrants**). Première réalisation pour Flamanville.

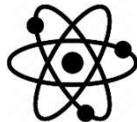
2015 : Première commande de rénovation de Pont Polaire sur des réacteurs Russes VVER (**Loviisa** en Finlande)

2018 : Acquisition de **NFM Systems** : REEL détient, dans son portefeuille de produits : sas, liner et MSDG

2020 : Première Commande de Machines de Chargement **BWR** (OL1&2 en Finlande)

Première commande de **MSDG** (EPR HPC 1&2)

2022 : Acquisition de **CNIM** Systèmes Industriels (le nucléaire avec le DMK et la Défense)



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

03/09/2024 JY PERON

Le Poste de Manutention du Combustible

- Chariot de chargement sous fosse (1300, N4 et EPR). *Maintenance et prise de contrôle du fournisseur*
- Machine de Chargement (+ plateformes pour l'EPR)
- Pont piscine BK (Pont Passerelle ou Pont Perche type EPR)
- Dispositif de Transfert entre BK et BR
- Descenseur
- Les outillages de manutention, d'examen et de contrôle des Assemblages Combustibles

Les Outilages de manutention en BR

- Le palonnier de manutention des internes
- L'outillage de connexion/déconnexion des mécanismes de commande des grappes de contrôle
- La Machine de Serrage/Desserrage des Gougeons de cuve (MSDG). *Première Commande sur HPC*

Le Stockage du Combustible sur site

- Les râteliers de stockage du combustible neuf
- Les râteliers de stockage du combustible usé en piscine BK

Eclairages et vision en Piscine

- Les éclairages immergés en piscines (BK et BR)
- Les éclairages flottants en piscine BR
- Les systèmes de vision en BR et BK (aide au chargement/déchargement)

La manutention

- Le Pont Polaire du Bâtiment Réacteur (Pont BR). *Non fourni mais maintenance et rénovation.*
- Les Ponts du Bâtiment Combustible (Ponts BK)
- Les Ponts de la Salle Des Machines. *Non fournis mais maintenance et rénovation*
- Les Engins de Manutention Auxiliaires (ponts, palans, treuils,...). *Non fournis mais offre potentielle.*

Autres : Filtration et fabrication de composants d'internes, MSDG, SAS

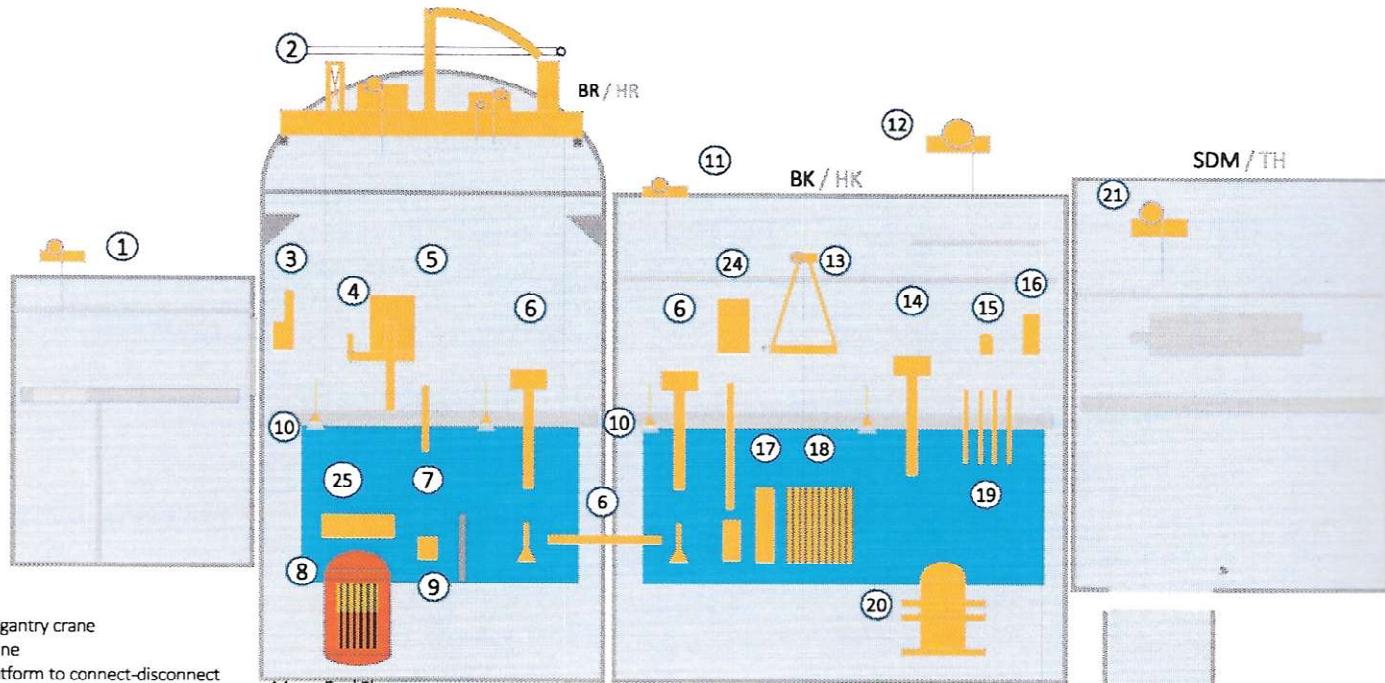


EXPERTNUC

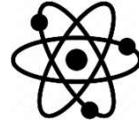


ENERGIE NUCLEAIRE

REACTEUR NUCLEAIRE : LES ACTIVITES DU GROUPE REEL



1. External gantry crane
2. Polar crane
3. MDN Platform to connect-disconnect Rod
4. On line Sipping Test
5. Refueling Machine
6. Fuel Transfer System
7. Tool to connect-disconnect Rod
8. Control Rod Guide Assembly
9. GAARD underwater filter system UWF
10. Immersed spotlights
11. Auxiliary Crane
12. Heavy crane
13. Spent Fuel Pit Crane
14. Fuel Elevator
15. Cask for waste transportation
16. Off line sipping test
17. Waste Storage Racks
18. Fuel Storage Racks
19. HK Fuel Handling Tools
20. Spent Fuel Cask Transfer
21. Turbine Hall Crane
22. Trash Rake and grids Cooling Water Intake
23. Screening Drum Cooling Water Intake
24. Mobile Sipping Test
25. Multi Stud Tensioning Machine
26. Filter Changing Machine



EXPERTNUC



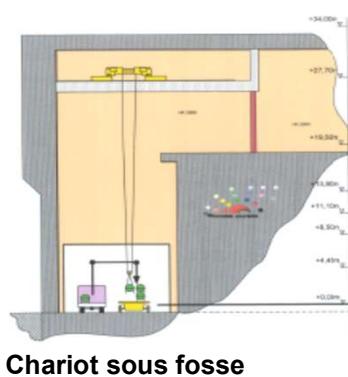
ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires

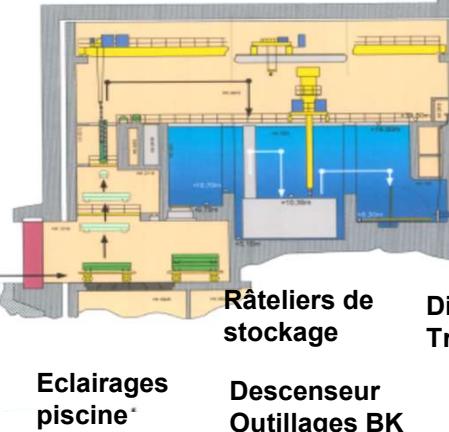
Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERT TNUC

03/09/2024 JY PERON

LOT PMC



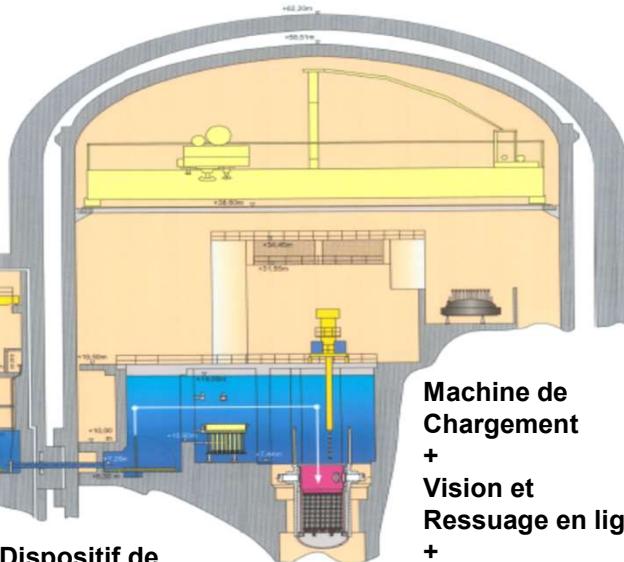
Chariot sous fosse



Pont Passerelle Ou Pont Perche

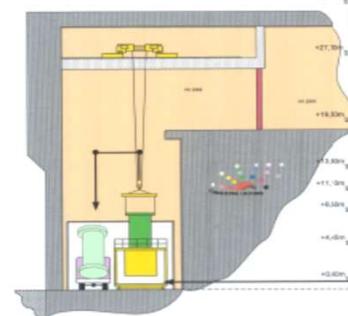
Râteliers de stockage

Dispositif de Transfert

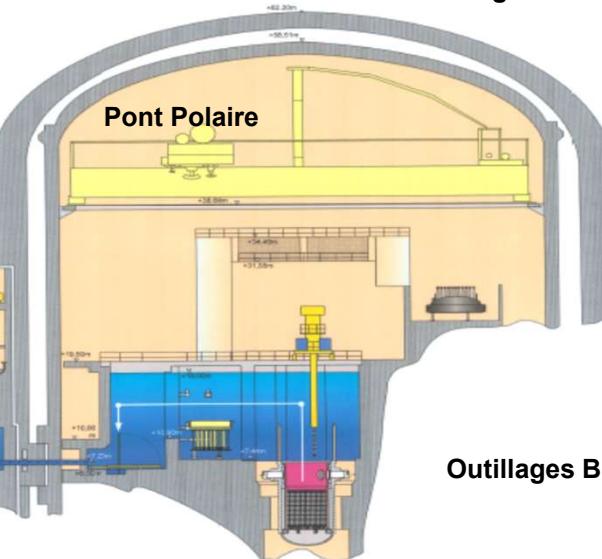
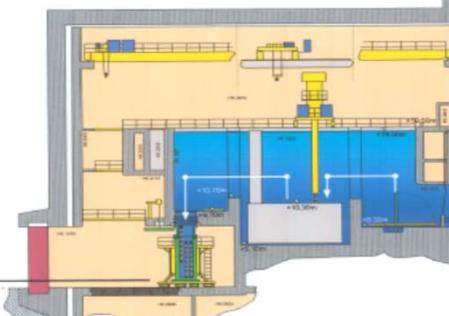


**Machine de
Chargement**
+
**Vision et
Ressuage en ligne**
+
Eclairages

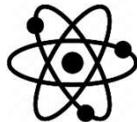
LOT MANUTENTION



Pont Lourd Pont Auxiliaire



Outillages BR



EXPERTNUC

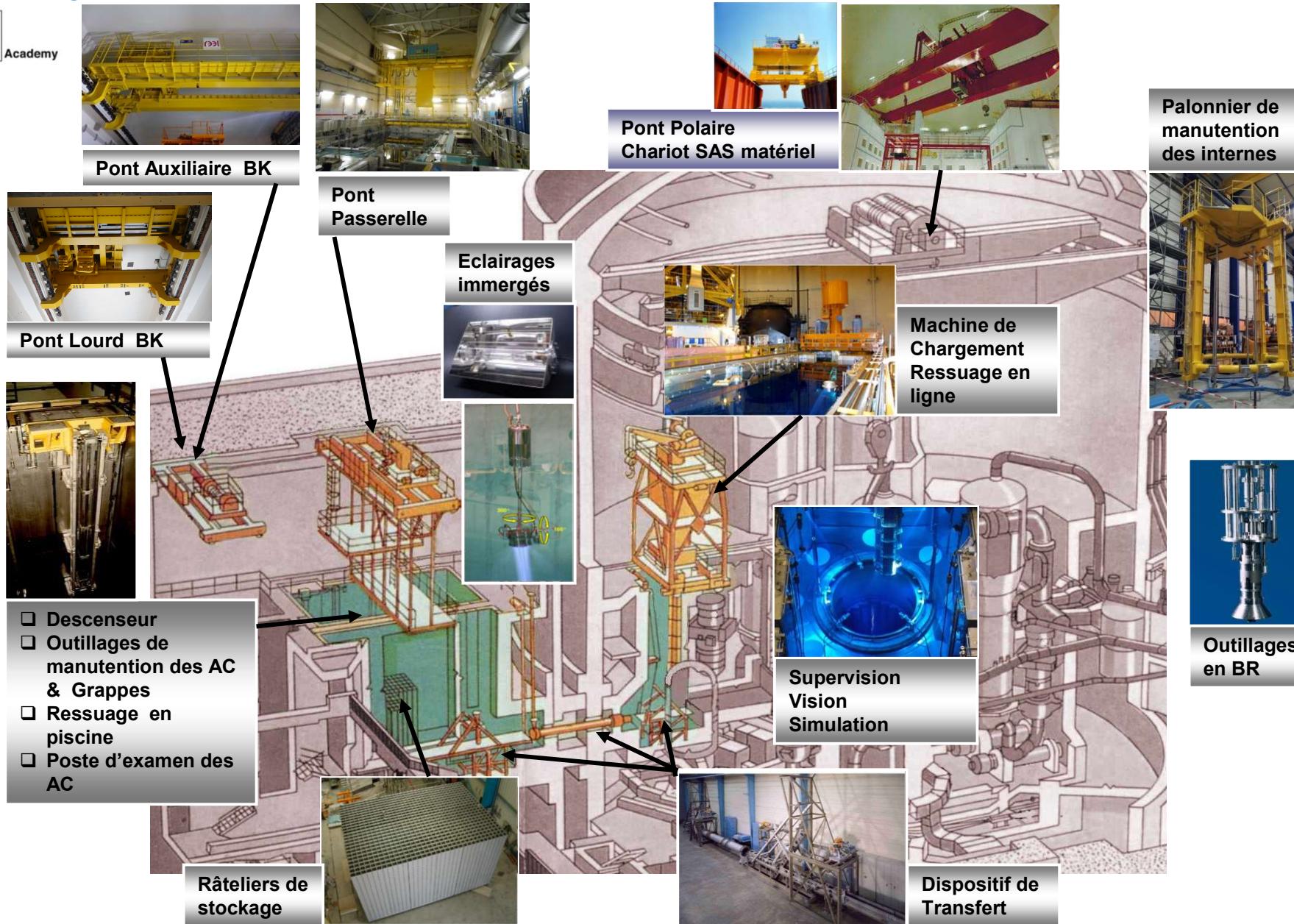


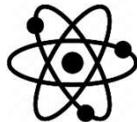
ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

03/09/2024 JY PERON





EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires

REEL équipe **58 réacteurs en France** avec le développement de plusieurs flottes standardisés de PMC :

- 34 x 900 MW type Equipement** - Tête de Série dans les 70's, puis modernisé
- 20 x 1300 MW type Equipement** - Tête de Série dans les 80's, puis modernisé
- 4 x 1450 MW type Equipement** (technologies du 1300 MW) dans les 90's

Les projets EPR (Génération 3) avec :

- OL3 EPR** en Finlande. Tête de Série
- FA3 EPR** en France pour EDF
- Taishan 1&2 EPR** en Chine pour CGN-EDF (TNPJVC)
- Hinkley C 1&2 EPR** en GB pour NNB (EDF Energy)
- Développement du PMC de l'**ATMEA** pour AREVA et MHI

Impliqué dans le développement d'autres réacteurs (**ESBWR**)

Valeur ajoutée de REEL pour la fourniture du **PMC** :

- Habitué dans le **développement de prototype** et de tête de série.
- Continuellement impliqué dans la **modernisation** (mécanique et CC) des équipements durant leur vie opérationnelle. Impliqué dans les modernisations majeures lors des décennales pour le parc EDF (Les Tranches EDF ont une durée opérationnelle de base de 13 à 40 ans : 3^{ième} décennale et bientôt la 4^{ième}). **Prévoir les extensions à 50/60 ans**
- Le bénéfice d'un important **Retour d'Expérience**. REEL regroupe les compétences de conception, fabrication, mise en service et entretien/amélioration/modification en cours d'exploitation.
- Expérience de conception d'équipement de manutention soumis à de fortes contraintes sismiques. Réévaluation d'équipements en exploitation
- Expérience avec différents exploitants de différentes cultures. Large réseau de fournisseurs (localisation)



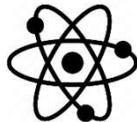
Chine :

- 4 x 900 MW** (basé sur le 900 MW d'EDF)
- 10 x CPR1000** avec tête de série (en 2008) suivie par **8 autres réacteurs**

Corée du Sud : 2 x réacteurs Ulchin 1&2 (modernisés dans les 2000s)

Afrique du Sud : 2 x réacteurs (à moderniser)

Centrales Allemandes et Angra 3 (Brésil) par **REEL NKMNoell**.

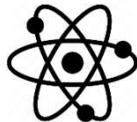


EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

EPR – Machine de Chargement



EXPERTNUC

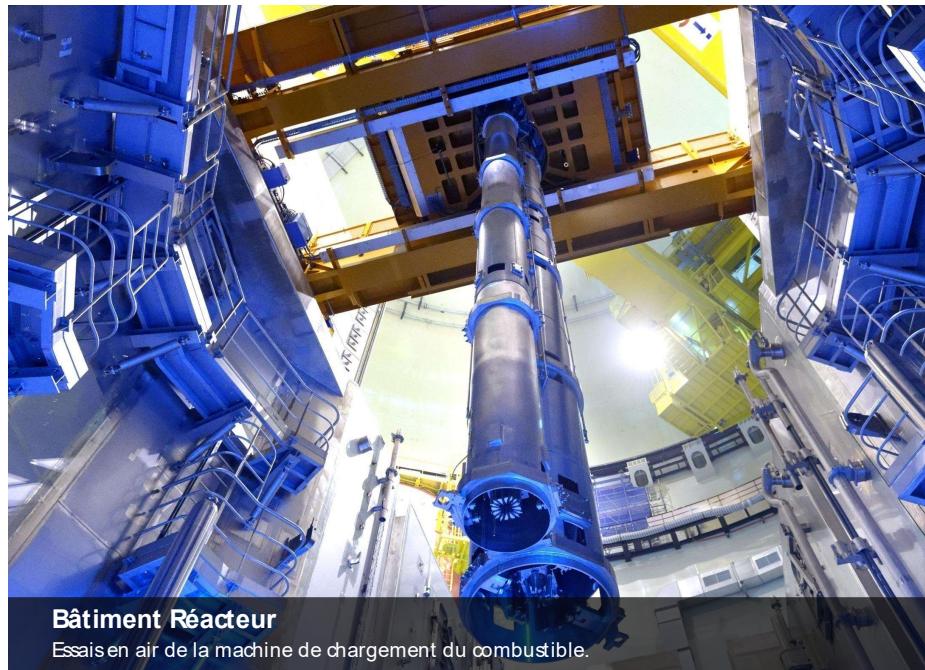


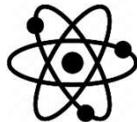
ENERGIE NUCLEAIRE

EPR – Machine de Chargement

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

03/09/2024 JY PERON





EXPERTNUC

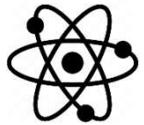


ENERGIE NUCLEAIRE

EPR – BK Pont Perche (SFMB)



EPR BK : Pont Perche (SFMB)



EXPERTNUC

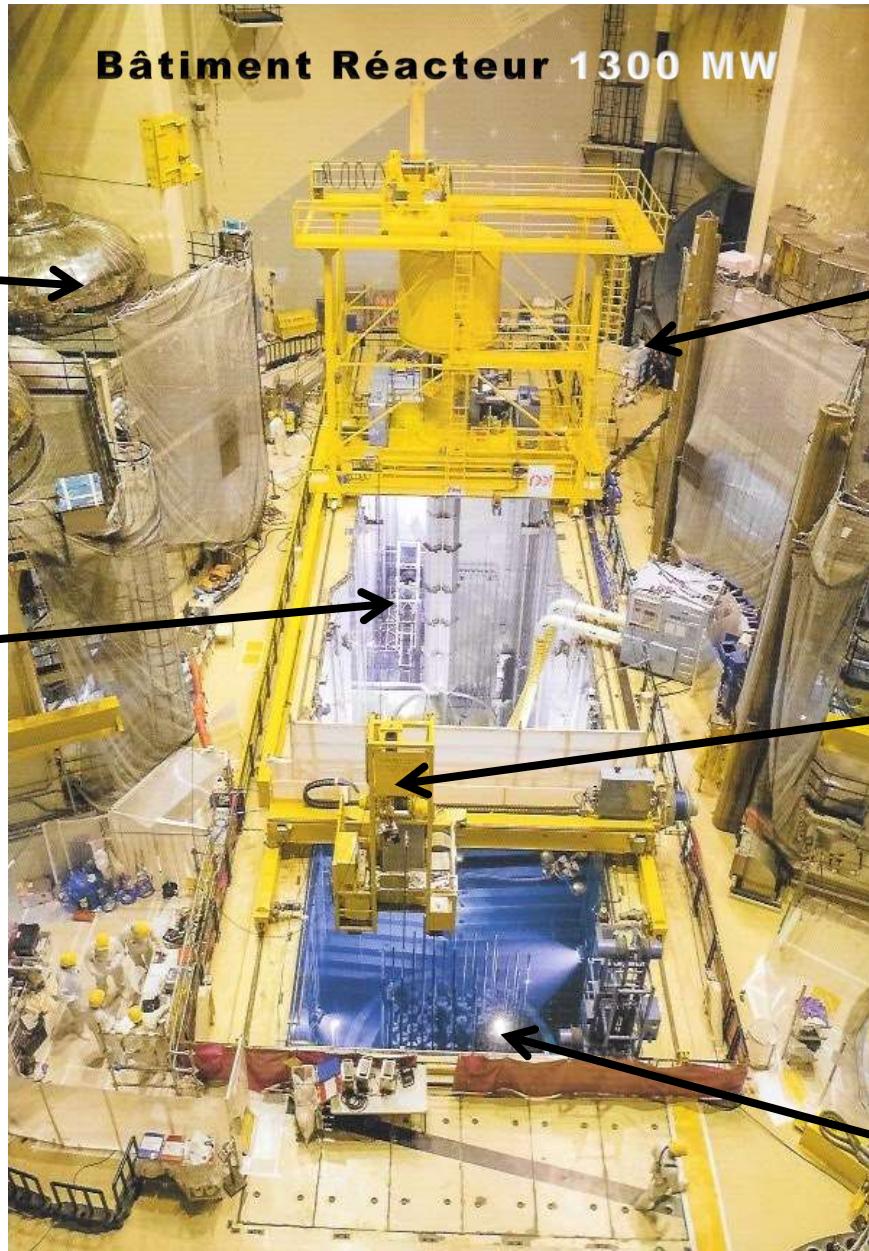


Générateur
de Vapeur

Dispositif
de
transfert
côté BR

ENERGIE NUCLEAIRE

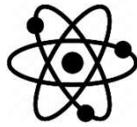
Centrales Nucléaires
Machine de Chargement



Machine de Chargement

Plateforme pour les
opérations de
déconnexion et
connexion des
mécanismes de
commande des grappes
de contrôle

Couvercle de Cuve



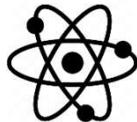
EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires
Machine de Chargement





EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires
Machine de Chargement



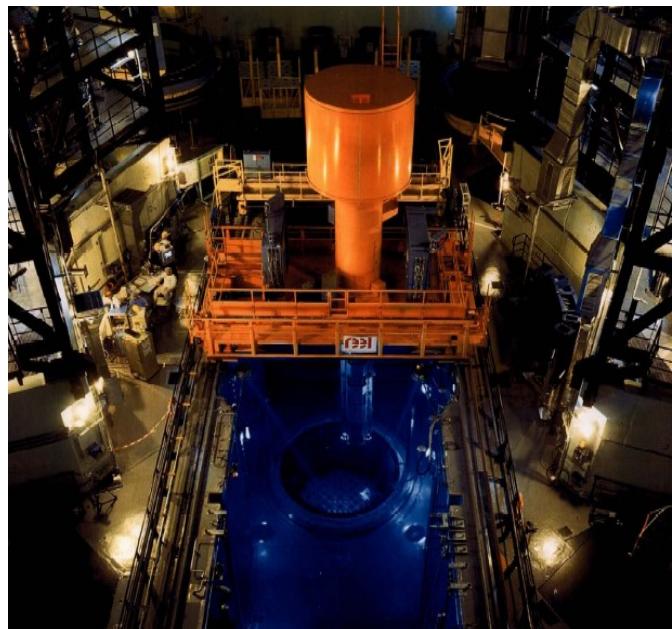
1000 MW & CPR1000



1300 MW



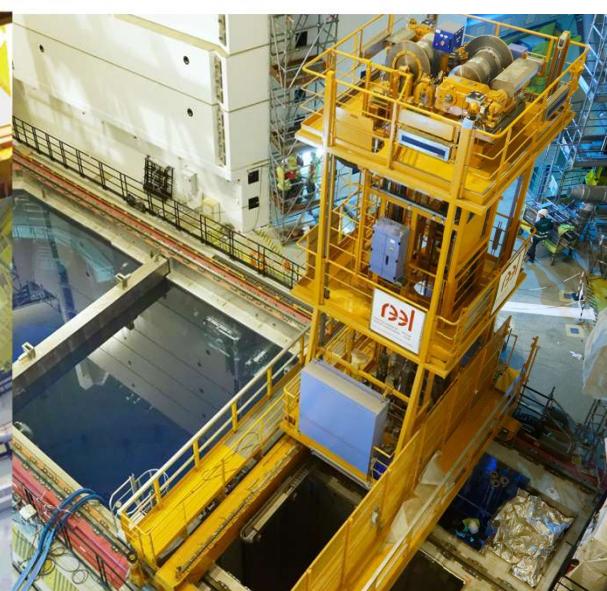
Mat 1300

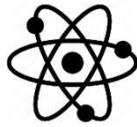


N4



EPR



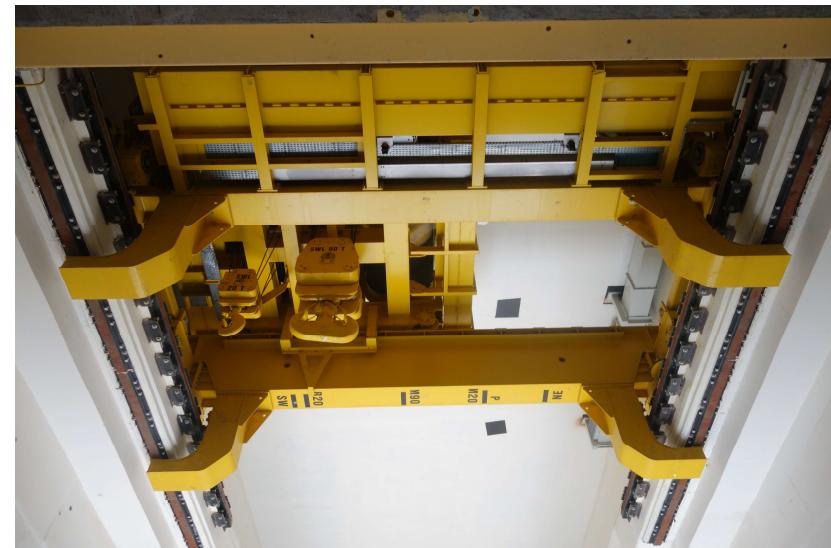


EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

EPR – PONTS BK



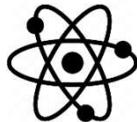
EPR BK : Pont 90t/130t



EPR BK : Pont Auxiliaire 23t

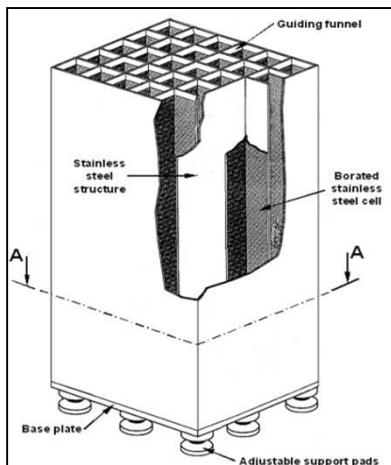


EPR BK : Pont suspendu de reprise - 20t



A large, rectangular metal frame structure, likely a component of a wind tunnel or experimental rig, resting on a white surface. The structure is supported by four vertical legs and features a grid-like top surface. The background shows a workshop environment with blue and white walls and some equipment.

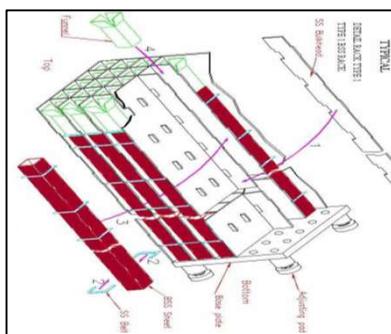
Râteliers assemblés en configuration Piscine



Râteliers de stockage en piscine

Un concept de râtelier de stockage en piscine de désactivation (BK) sur les principes suivants :

- Acier Boré (**BSS**) comme **matériau neutrophage** (absorbant de neutron)
 - La **séparation des deux fonctions** :
 - **Mécanique** pour maintenir l'intégrité des Assemblages Combustibles
 - **Maintien d'une sous-criticité** par absorption des neutrons



Râtelier BSS Free Standing

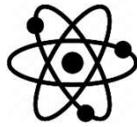
Râteliers « **Free Standing** » ou fixés entre eux
en cas de fortes contraintes sismiques

Réalisation des **analyses de sûreté** : Criticité – Sismique - Thermo-hydraulique –Radiologique

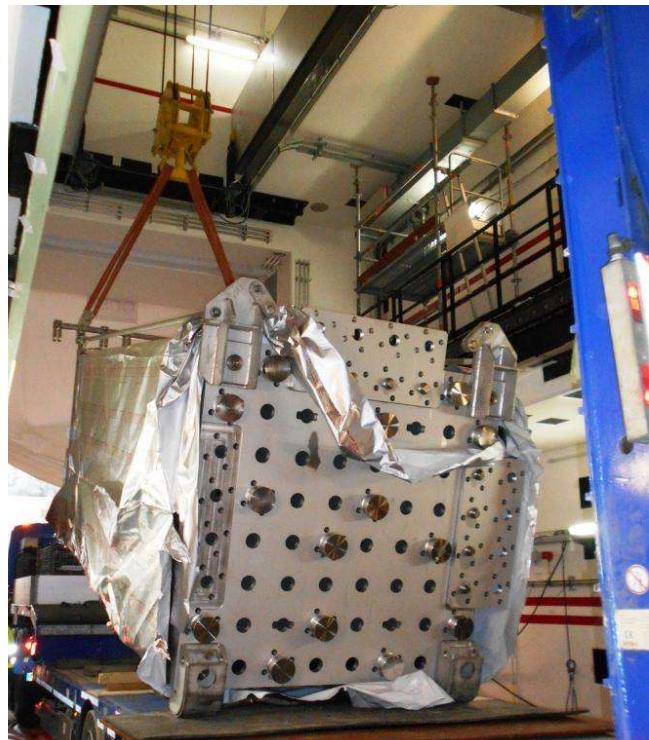
De nombreuses références pour les centrales neuves et les opérations de reracking (plus de 18 000 cellules produites et installées) :

- ❑ Nouveaux réacteurs : EPR , CPR1000 en Chine
- ❑ Reracking : Japon, Allemagne, USA, Chine, Slovénie, France

Le dernier Reracking : Tranche 1300 MW en France (une première :Nogent)



EXPERTNUC

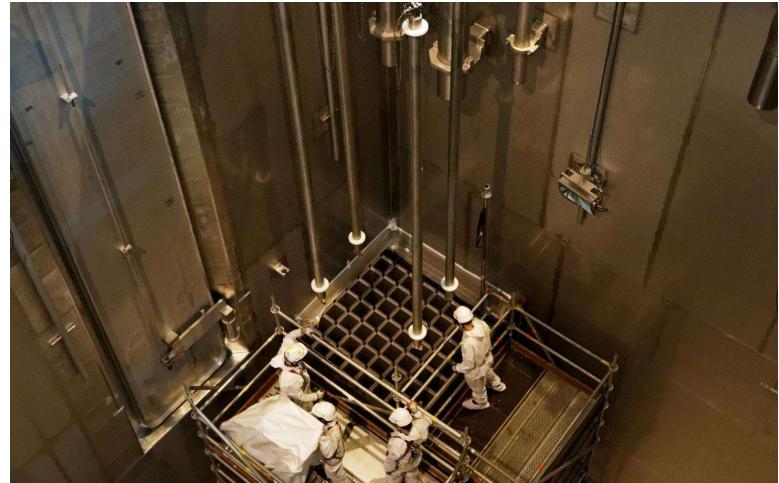


Basculement du Rack



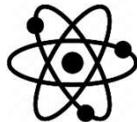
*Descente du Rack
en Piscine*

Réglage des pieds



ENERGIE NUCLEAIRE

EPR – Râtelier piscine BK



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires

Tambours, dégrilleurs et drome flottante protègent la source froide contre des agresseurs naturels

Pour garantir la disponibilité permanente de la source froide, essentielle au refroidissement des centrales, de nombreuses améliorations ont été apportées. Tambours filtrants, dégrilleurs et drome flottante : trois systèmes protègent la source froide contre les risques liés aux colmatants.

1 Les tambours filtrants
Situés en amont des pompes, ils assurent la filtration fine.
Sonde de niveau
Bac recueillant les débris
Grille

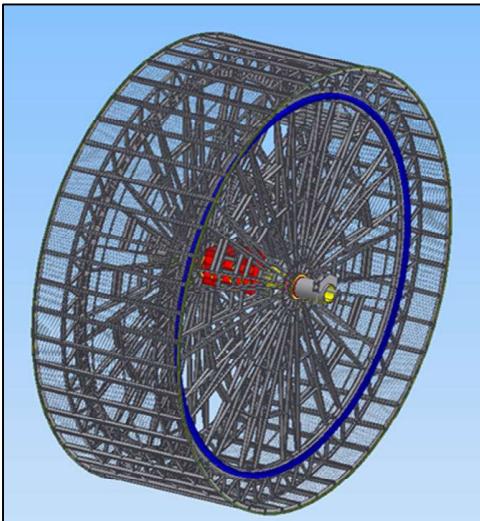
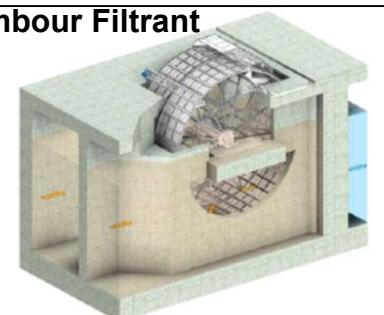
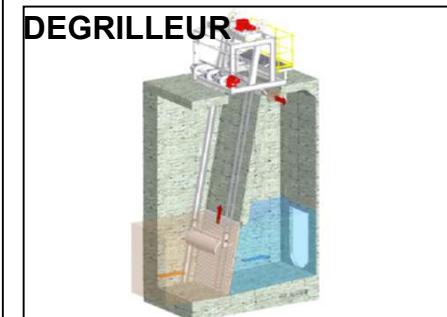
2 Le dégrilleur
Sorte de peigne métallique motorisé, il nettoie les grilles : feuilles, algues, mousses. Ces débris sont ensuite déversés dans une benne.

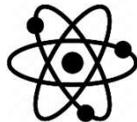
3 La drome flottante
Située à l'entrée du canal d'aménée, elle bloque l'accès aux gros corps flottants : bois, etc. À Cruas, elle est constituée d'éléments articulés métalliques de 1 m de diamètre et 6 m de long.

Digue
Canal d'aménée
Station de pompage
Antoine Dagan/Spcifique/IRSN - Source : IRSN/Magazine Repères



SOURCE FROIDE FILTRATION





EXPERTNUC



Academy

ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC



MSDG (de type SKF ou NFM)



LINER

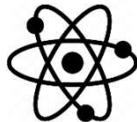
Produits
NFM Systems



SAS MATERIEL



SAS PERSONNEL
(2 x SAS pour les EPR)



EXPERTNUC



5 tonnes, 5 mètres de haut et de diamètre, cette gigantesque machine a pour nom la **Machine de Serrage et de Desserrage de Goujons**. Elle est utilisée pour assurer l'ouverture et la fermeture du couvercle de cuve de la chaudière des réacteurs.

La **MSDG** est positionnée sur la cuve pour desserrer les 58 gougeons de 300 kilos chacun (cas d'un réacteur de 900 MWe). Un bon serrage conditionne l'étanchéité de la fermeture de cuve (joint couvercle - cuve) et donc du circuit primaire. C'est donc un enjeu essentiel pour la sûreté.

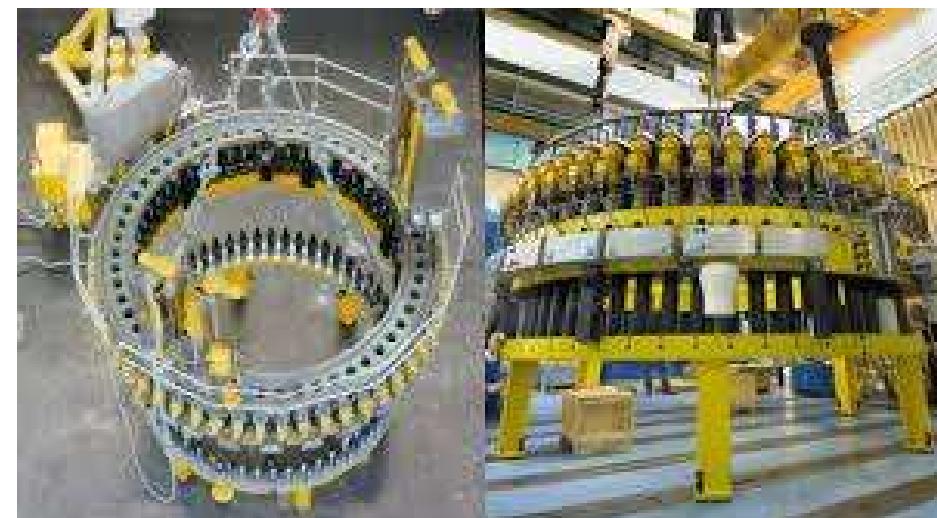
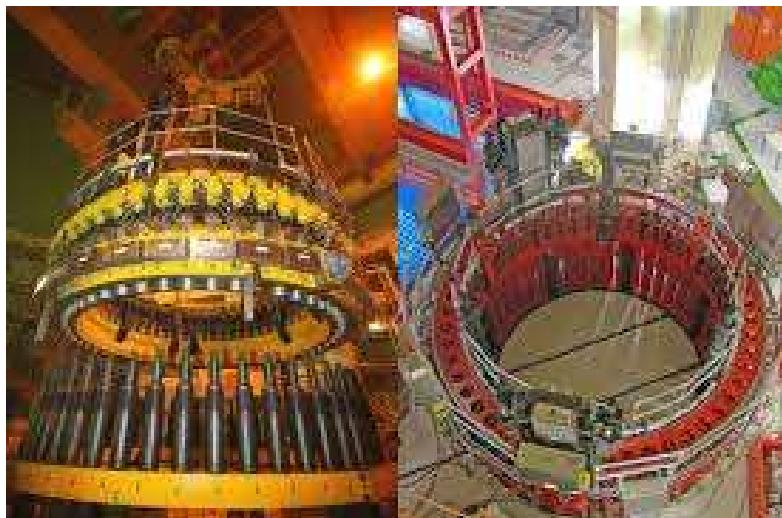
Principaux fournisseurs :

- **Siempelkamp** (la référence: France, Chine, Allemagne)
- **SKF** (quelques machines mais arrêtées – Relais pris par REEL)

REEL assure la maintenance (MCO) des MSDG pour les opérations d'Ouverture et Fermeture de Cuve (Contrat de 8 ans sur 10 MSDG)

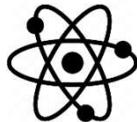
Contrat aussi pour la maintenance de la MSDG de l'EPR OL3

Commande de 1 x MSDG pour les 2 x EPR HPC en Angleterre



ENERGIE NUCLEAIRE

MSDG



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

MSDG - HPC

Première commande pour une MSDG sur HPC 1&2

Couvercle de cuve avec 52 goujons (environ 700kg chacun et 2,5m de haut)

Caractéristiques de la MSDG :

Diamètre extérieur environ 7m

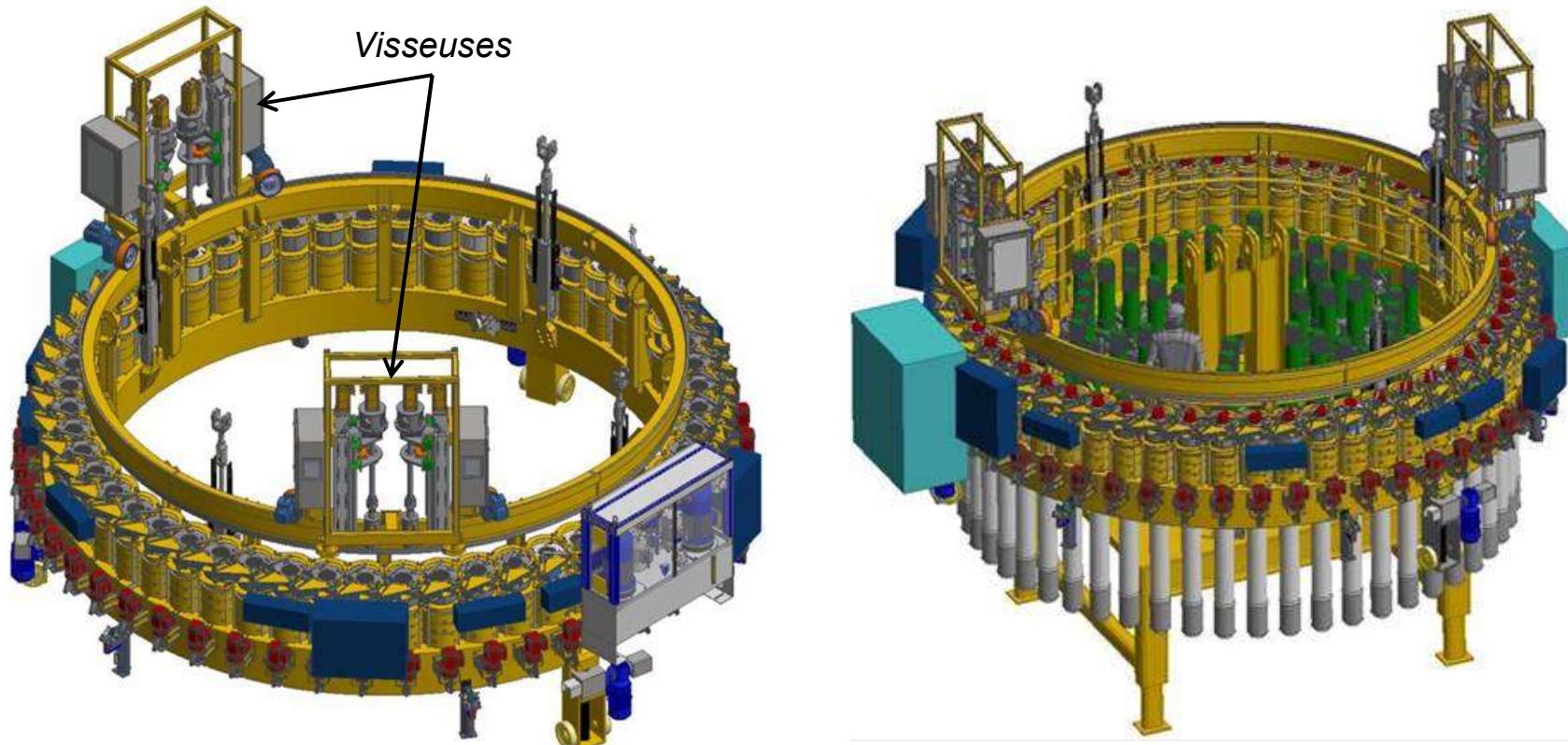
Masse MSDG sans goujons : 35t

2 fonctions principales :

- Visser/Dévisser les goujons : 2 robots, munis de 2 visseuses indépendantes avec compensation de charge, travaillent en simultané
- Tensioner les goujons : 52 vérins à huile tri-étages à piston creux travaillant à 1400bar en nominal et développant un effort d'environ 1000t chacun.

Un stand de transport et de test dimensionné au séisme

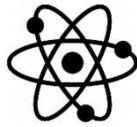
Des tensioneurs individuels de secours fonctionnant à 1750bar et développant 1200t chacun



ENERGIE NUCLEAIRE

MSDG - HPC





EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

SAS PERSONNEL

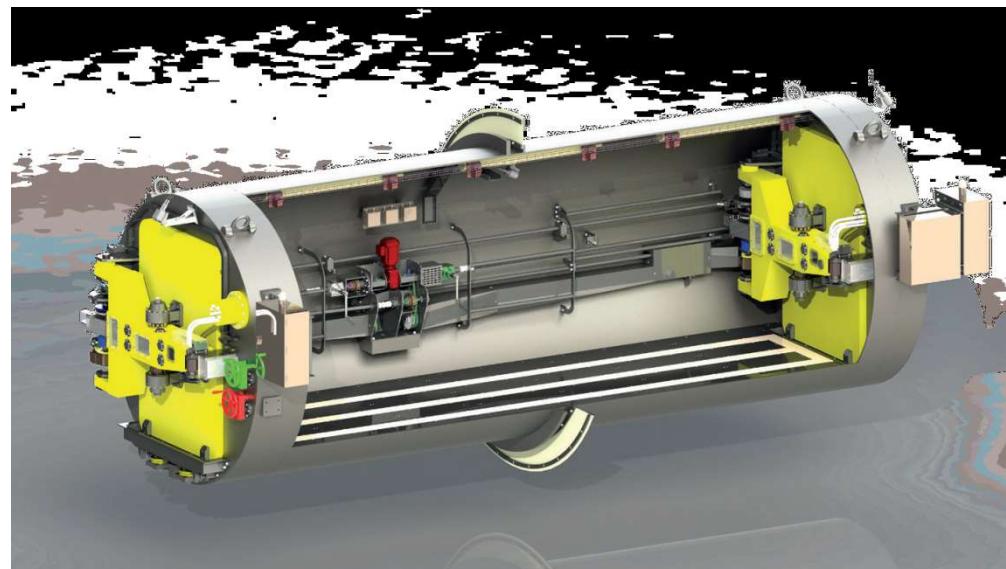
Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

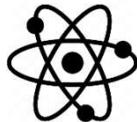
03/09/2024 JY PERON



Sas Personnel

Conception et fabrication qui suivent la réglementation des caissons hyperbare





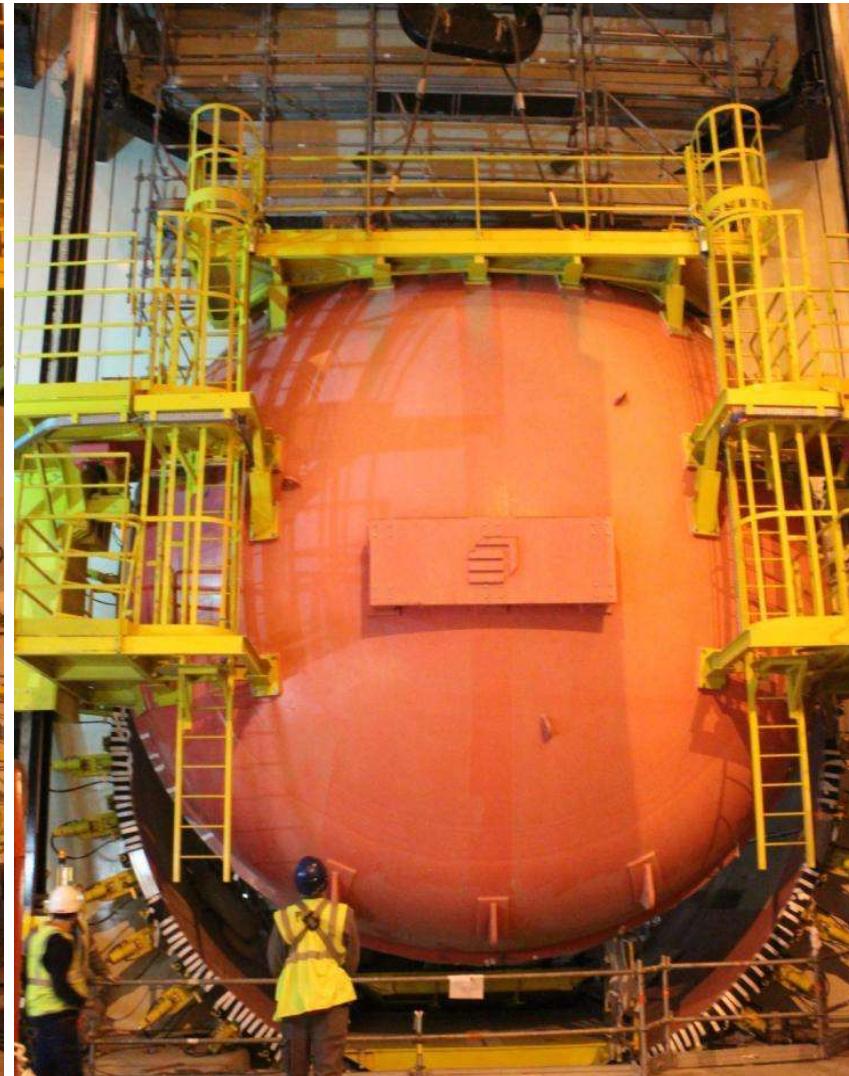
EXPERTNUC

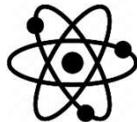


Academy

ENERGIE NUCLEAIRE

EPR
Tampon d'accès matériel





EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

**CNIM Systèmes Industriels
Installations Nucléaires
Grands instruments scientifiques**

Manutention du combustible : Chargement sous fosse (DMK) EPR OL3 et TSN 1&2

Enrichissement : GB2 Stations de transfert

Stockage des déchets (CIGEO - POSIVA) :
Manutention sécurisée

Filtration : Filtre RIS (1300, 1450 et EPR)

Démantèlement : Machine de découpe des tuyauteries en zircaloy (Brennilis)

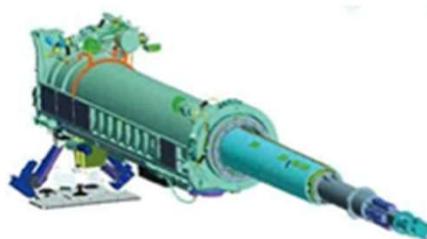


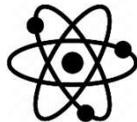
Grands instruments scientifiques :
LMJ :

Maîtrise d'œuvre de l'exploitation du hall d'expérience



ITER :
4 bobines supraconductrices poloidales
Robotique enceinte sous vide
Equipements de manutention





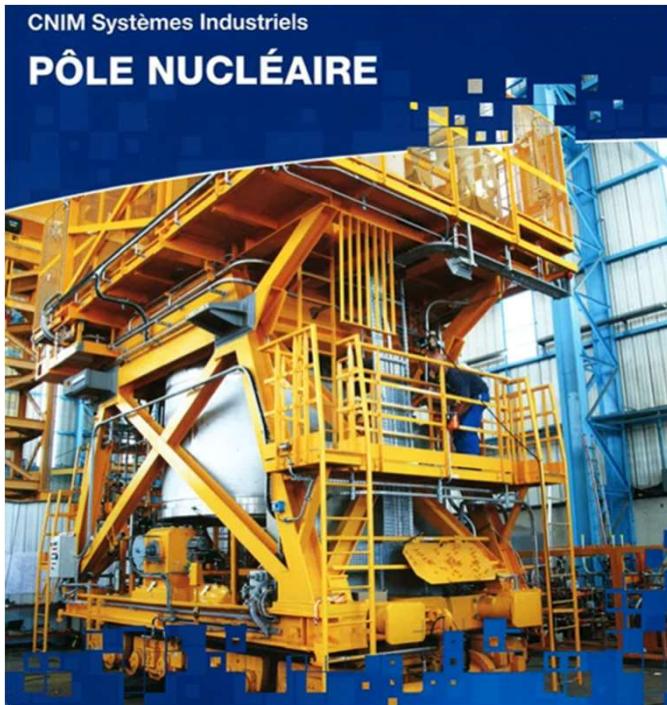
EXPERTNUC

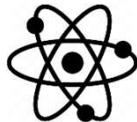


ENERGIE NUCLEAIRE

**CNIM Systèmes Industriels
Installations Nucléaires
Grands instruments scientifiques**

CHARGEMENT SOUS FOSSE (Système DMK)





EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires



Machine HPC
en assemblage
final

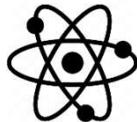


EPR Machine de manutention des filtres
(Traitement des eaux des piscines)

2 premières machines pour Hinkley C 1&2

La suite : Sizewell

Equipement supprimé sur les EPR2



EXPERTNUC



Maintenance Zones d'intervention

ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

03/09/2024 JY PERON

Maintenance électromécanique :

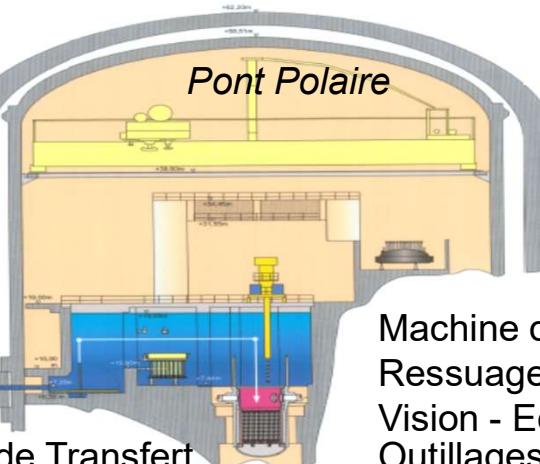
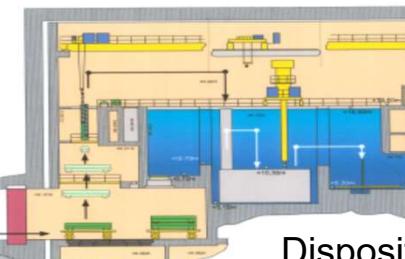
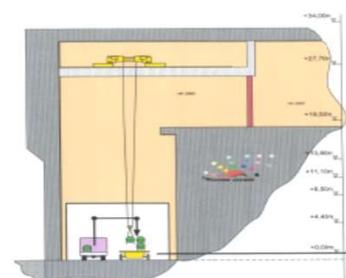
- Arrêt de tranche - Préparation au déchargement/chargement)
- Amélioration - Grand programme pour les décennales
- Réparation – Traitement des obsolescences
- Pièces de Rechange



Arrivée combustible neuf
et
Chargement du cœur

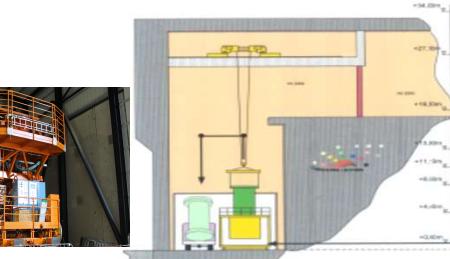
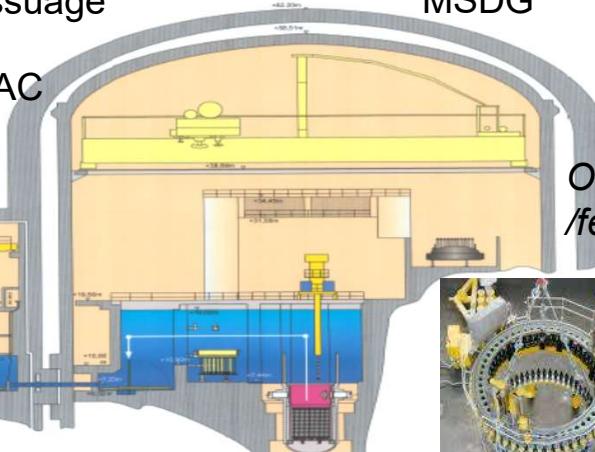
Ponts BK
Pont Passerelle

Outils en piscine



Déchargement
et
Evacuation du combustible

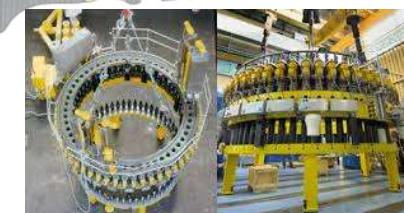
Dispositif de Transfert
Cellule de ressage
Descenseur
Examen des AC

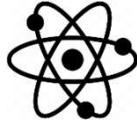


Chargement sous fosse (DMK)

Machine de Chargement
Ressage en ligne
Vision - Eclairages
Outils en BR
MSDG

Ouverture
/fermeture Cuve





EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires

En étroite collaboration avec l'ingénierie, **REEL** est présent sur les sites nucléaire en France avec une large gamme de services nucléaires aux bases installées :

- Maintenance préventive, prédictive et corrective
- Travaux d'amélioration, de modernisation et de mise en conformité, **MAINTENANCE**
- Assistance et réalisation des contrôles réglementaires,
- Montage et mise en service,
- Etudes de risques,
- Etudes de sûreté nucléaire,
- Expertise et études de faisabilité,
- Assistance Technique à l'exploitation, supervision, astreinte méthodes industrielles de maintenance,
- Formation des exploitants des intervenants, cellules retour d'expérience et amélioration continue,
- Veille technologique,
- Gestion des Pièces de Rechange et traitement des obsolescences.

Maintenance des installations EDF (CNPE), Orano (ex AREVA New Co), CEA et ANDRA

500 personnes – 335 000 heures en zone contrôlées (2019)

Jusqu'à 40 arrêts de Tranches Nucléaires (CNPE) par an, dont 8 à l'export. Contrats pluriannuels avec les CNPE

Interventions en Finlande, en Chine et en Afrique du Sud



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE



AEMCO



Solutions clés en main dans le domaine nucléaire :
Maintenance spécialisée :

- Mesure nucléaire
- Télémanipulateur
- Filtration – Ventilation

Maintenance globale :
Etudes MCO

- Etudes MCO
- Ingénierie

Etudes :
Sûreté

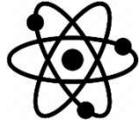
- Sûreté
- Fiabilisation
- Traitement des obsolescences

Fourniture d'équipement :
Nucléarisation

- Nucléarisation
- Récupération d'éléments combustibles
- Découpe d'objets contaminés
- Outils robotisés

Certifications :
ISO 9001

- ISO 9001
- CEFRI
- MASE /UIC
- ASN
- CAEAR (ORANO –CEA)
- EDF- UTO

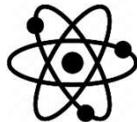


EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Equipement de Manutention de réacteurs étrangers



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires Machine de Chargement

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

03/09/2024 JY PERON



Refueling Machine - Overview

- ▶ Trolley including:
 - ◆ Hoists (Main + Aux.)
 - ◆ Equipment Platform
 - ◆ Intermediate Platform
 - ◆ Operating Platform
 - ◆ Electronic Cabinets
- ▶ Bridge girder and walkway with railing
- ▶ Guide Mast (Double Grab inside)

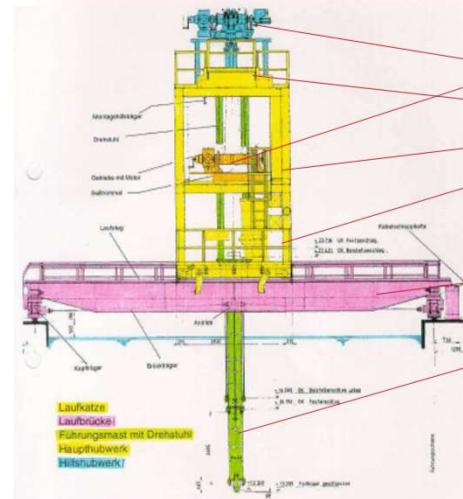
Machine de Chargement ANGRA 3 réalisée par :

- REEL NKMNoell (Mécanique & Assemblage)
- Framatome (Contrôle Commande)



Machine de Chargement KONVOI
ANGRA 2

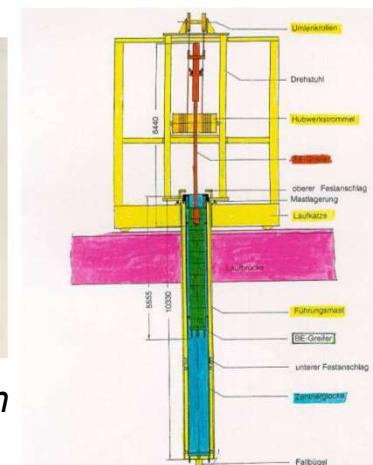
Double Grappin



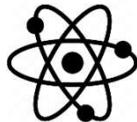
Refueling Machine - Front View (Konvoi)

- ▶ Trolley including:
 - ◆ Hoists (Main + Aux.)
 - ◆ Equipment Platform
 - ◆ Intermediate Platform
 - ◆ Operating Platform
 - ◆ Electronic Cabinets
- ▶ Bridge girder and walkway with railing
- ▶ Guide Mast (Double Grab inside)

Refueling Machine - Side View (Konvoi)



- ▶ Main hoist connected with
 - ◆ Double Grab with
 - ◆ Centering Bell
 - inside Guide Mast
- ▶ Auxiliary hoist used with:
 - ◆ Single Grab



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

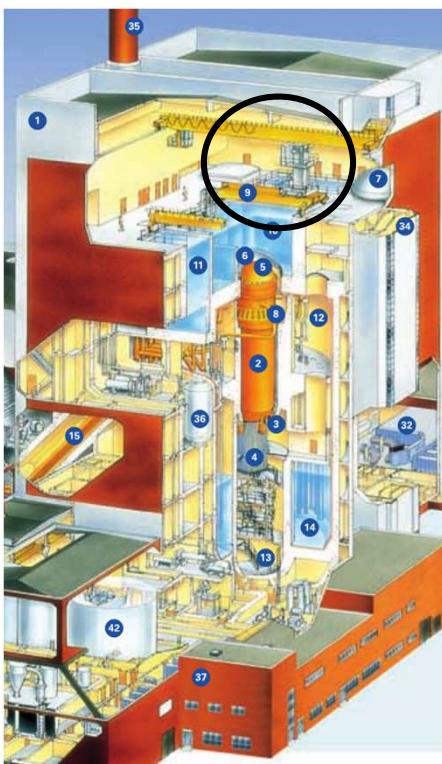
Centrales Nucléaires BWR Machine de Chargement

BWR TVO OLKILUOTO 1 & 2

Remplacement des **Machines de Chargement**
des deux réacteurs dont la durée de vie vient
d'être prolongée de 20 ans (2038)

Contrat attribué à **REEL NkmNoell** en Février
2020 dans la foulée des contrats EPR OL3 et
rénovation Ponts Polaire Loviisa 1&2

Une première pour le Groupe REEL et une
activité Services qui deviendra significative en
Finlande (5 réacteurs équipés)



Machine actuelle devant être remplacée

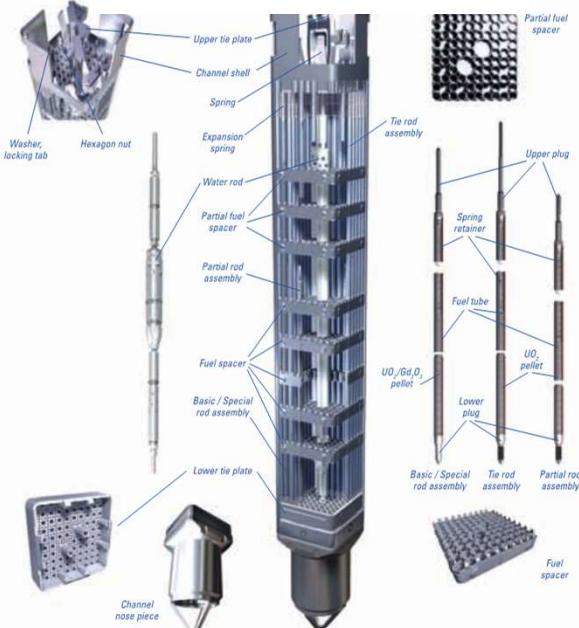


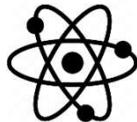
Core	
Number of fuel assemblies	500
Total fuel weight	thU 85-90
Core diameter (equiv.)	mm 3,880
Core height	mm 3,680

Fuel	
Fuel rods per assembly	91-96
Fuel rod outer diameter	mm approx. 10
Cladding material	Zry-2
Weight of fuel assembly (incl. channels) kg	approx. 300
Uranium fuel per assembly	kgU 175



Le Combustible GE-14





EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires BWR Machine de Chargement

BWR TVO OLKILUOTO 1 & 2 : Refueling Bridge

Main characteristics :

Hoist/ Mast / Grapple : Lift : +20 m - Lift capacity : 2t - Speed : 0 -15 mpm

Strok of mast (5 sections) : +20 m

Bridge translation speed : 0 – 20 MPM

Trolley Transversal speed : 0 - 10 MPM

Total Machine Weight : 40 t

Licensing requirements :

YVL E.11 - Safety Class : SC3 (Single Failure Proof)

Design& Construction code : KTA

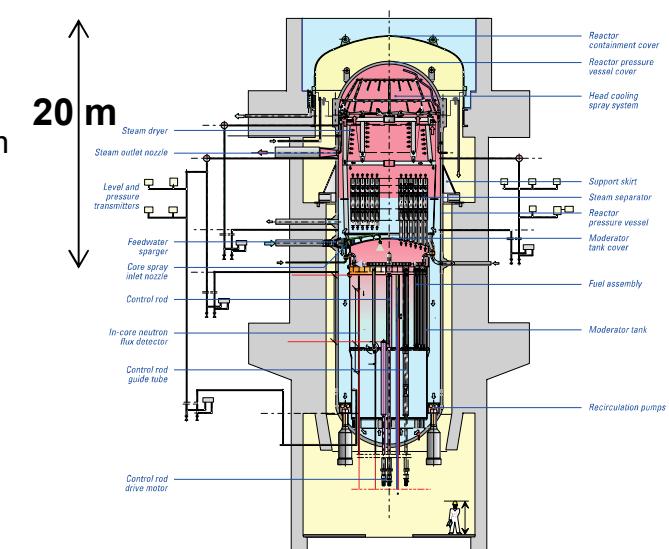
Applicable Seismic load (S2A classification) : X,Y = 2.3 g – Z = 0.6g

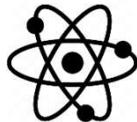
I&C requirement (YVL E.7) : Operating I&C (NC) and Safety I&C (SC3) separated

Performances :

- Shuffling : 5,6 minutes / AC
- Unloading : 10,1 minutes /AC
- Unloading Control Blade : 13 minutes
- Loading Cycle : by quarter every 12 months

Delivery in 2023 and 2025





EXPERTNUC

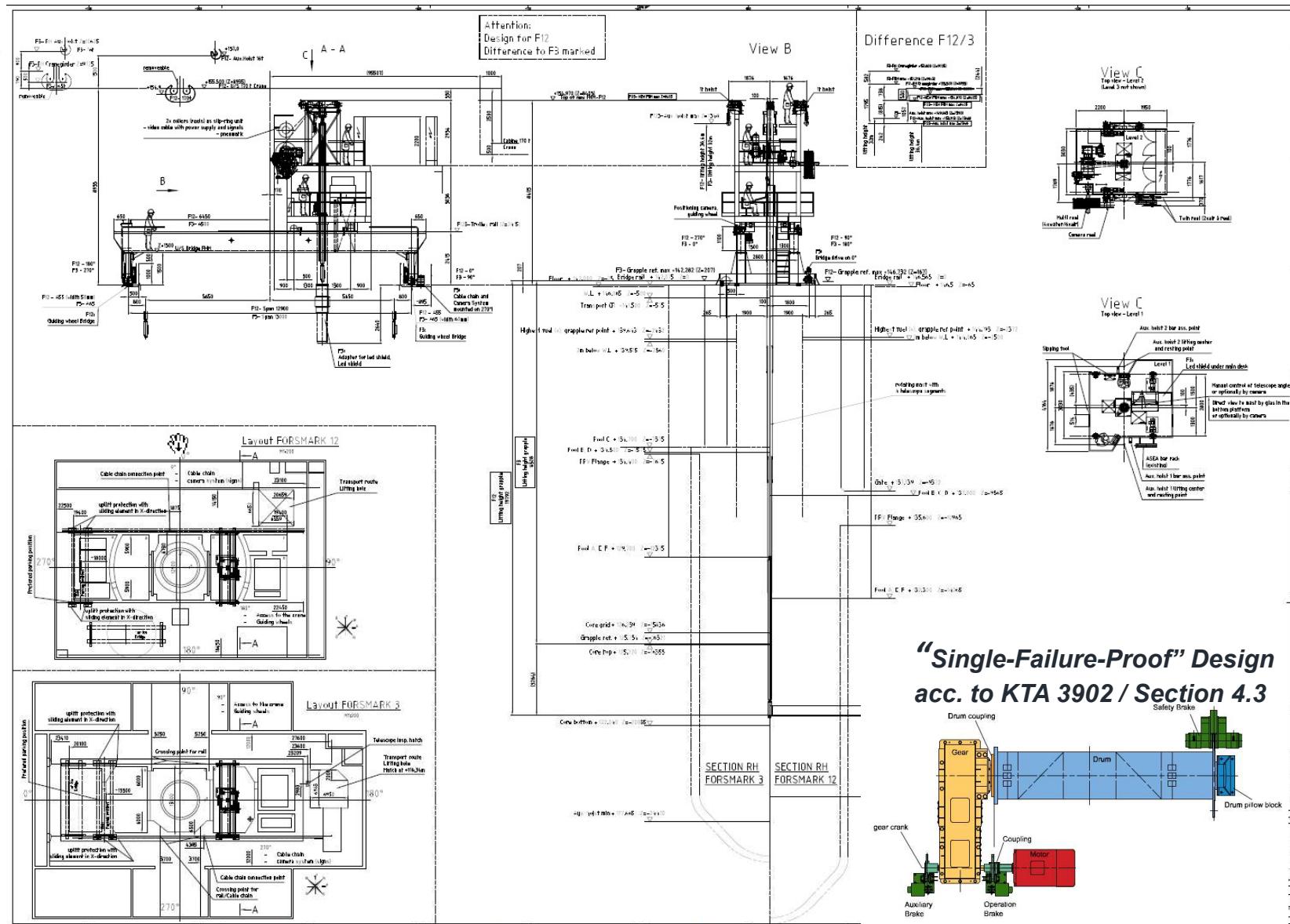


ENERGIE NUCLEAIRE

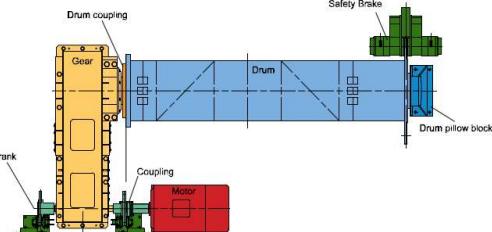
Centrales Nucléaires BWR

Machine de Chargement

03/09/2024 JY PERON *Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC*



“Single-Failure-Proof” Design
acc. to KTA 3902 / Section 4.3

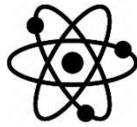


ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires VVER
Machine de Chargement

Machine de chargement OL1 en usine



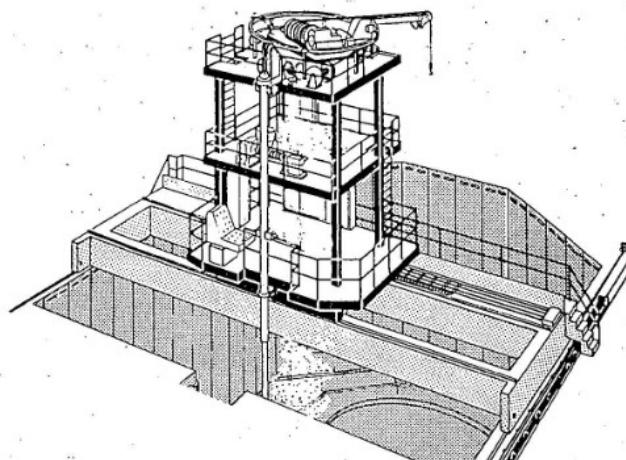
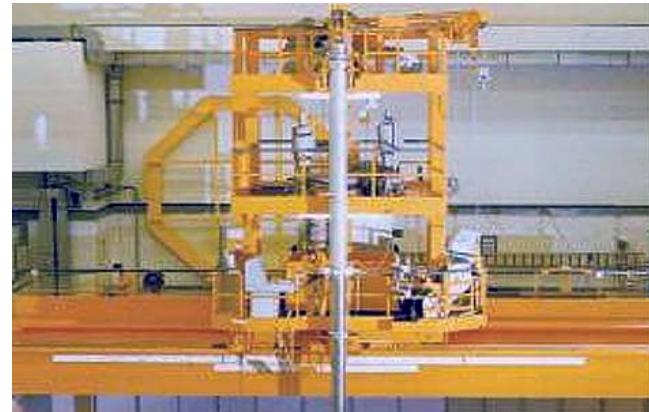


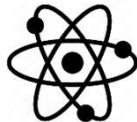
EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires BWR
Machine de Chargement





EXPERTNUC



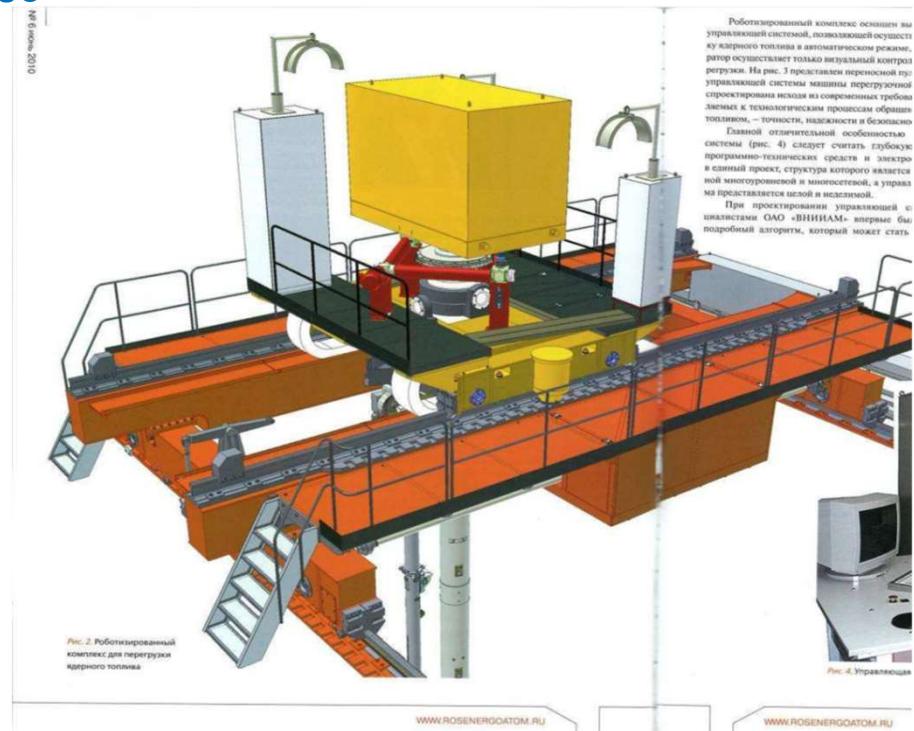
ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires VVER

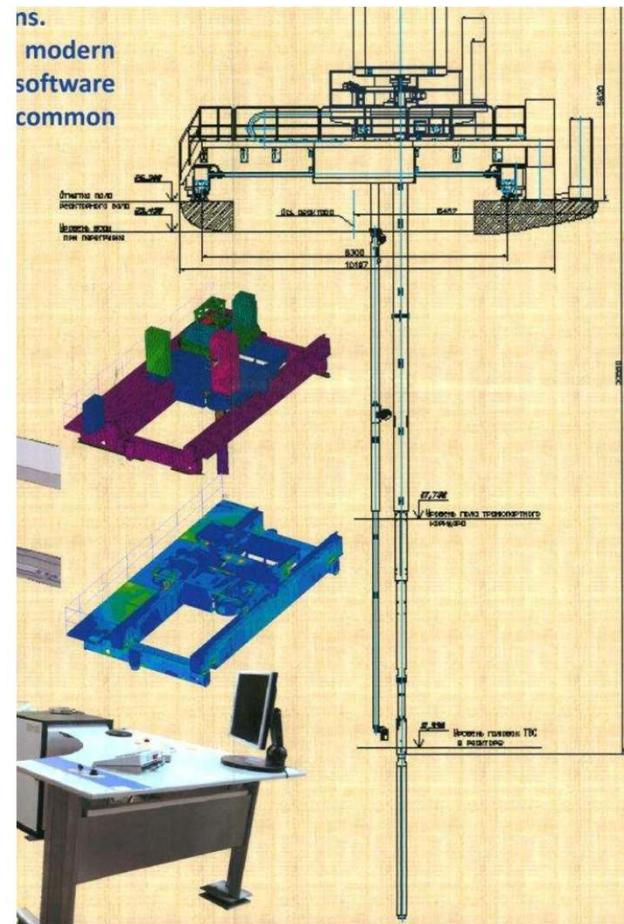
Machine de Chargement

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

03/09/2024 JY PERON

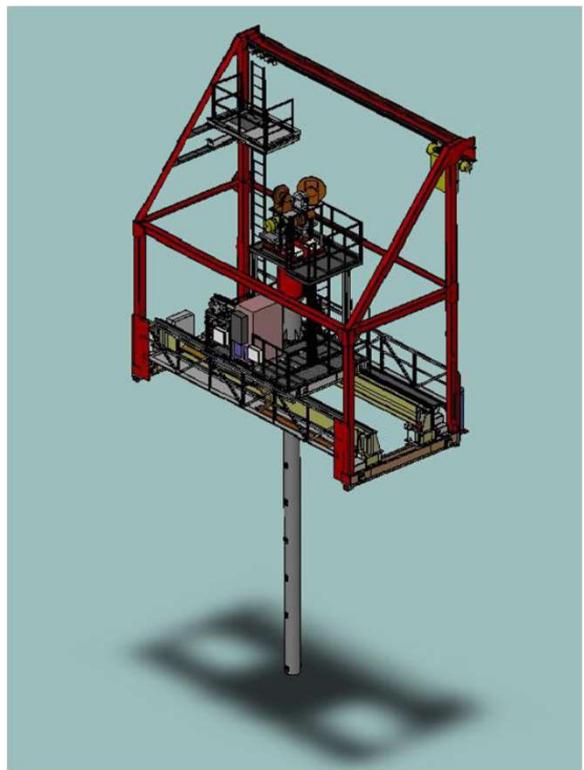


Machine de Chargement Russe (VVER)

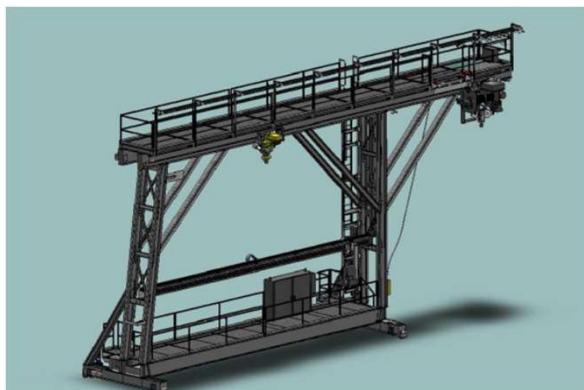


ENERGIE NUCLEAIRE

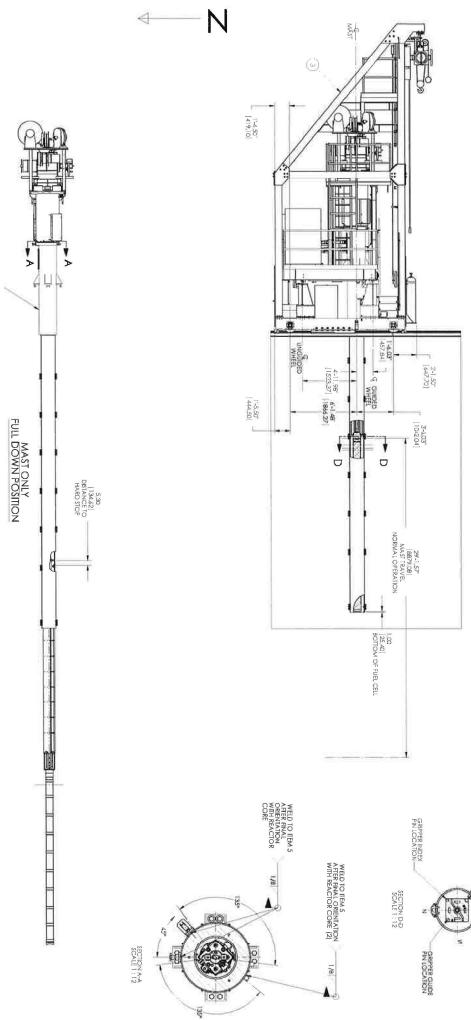
Centrales Nucléaires Machine de Chargement



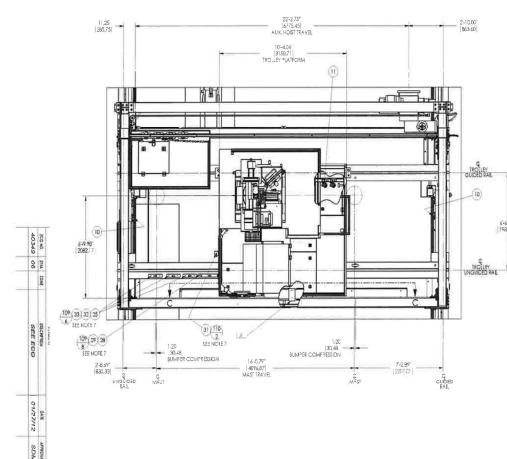
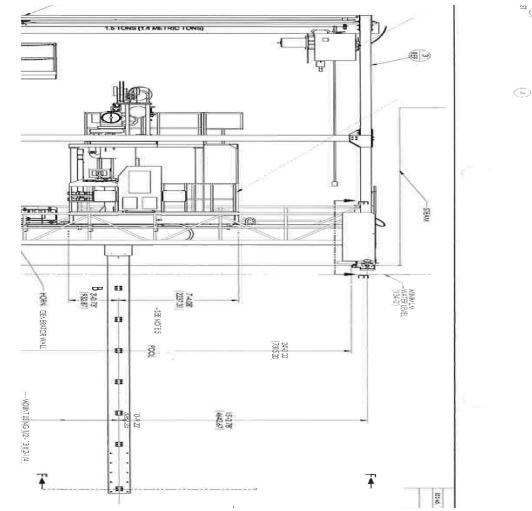
Machine de Chargement AP1000



Pont Passerelle AP1000



**Machine de Chargement AP1000
(Westinghouse PaR nuclear)**

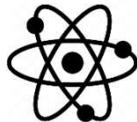


ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires
Pont Passerelle



Pont Passerelle réalisé par **REEL COH** pour un REP (Comanche Peak) US



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires Pont Passerelle



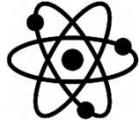
Les Ponts Passerelles (portiques)
dans les centrales américaines

COH fournisseur, pour
Framatome, des parties
mécaniques

Collaboration COH et Framatome
US (Stearns & Roger)

Autres équipements : MdC et
transfert





EXPERTNUC



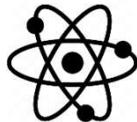
Academy

ENERGIE NUCLEAIRE

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

03/09/2024 JY PERON

Equipement de Manutention PONTS POLAIRES



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires
Pont Polaire EPR

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

03/09/2024 JY PERON



Montage du Pont Polaire de l'EPR FA3 (fourniture APCO)



Maintenance et rénovation des Ponts Polaires.

REEL NKMNoell a réalisé plusieurs remplacements de chariots et rénovation du Contrôle Commande. Dernière opération : **Loviisa** (VVER) en Finlande.

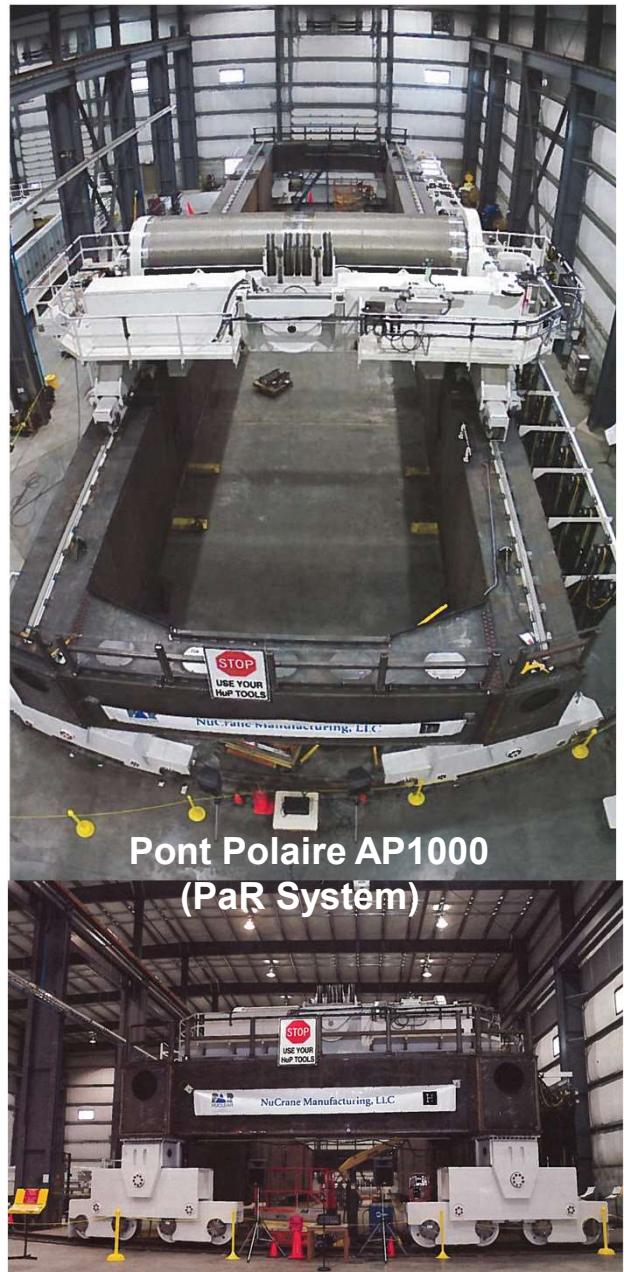


EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

Centrales Nucléaires Pont Polaire

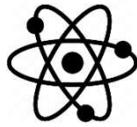


Modernisation de Ponts polaires
(Beznau et Mühleberg en Suisse)
par :



Nouveau
Chariot
et
nouveau CC

Equipement de Manutention Ponts Nucléarisés Amont & Aval



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

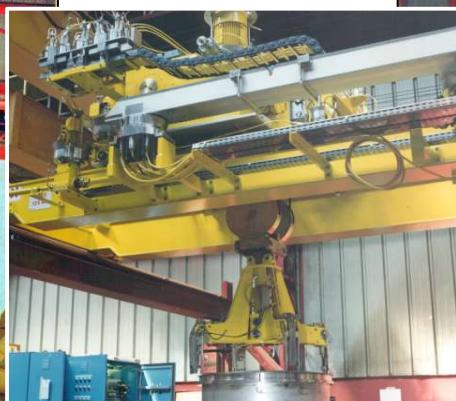
PONTS AMONT & AVAL

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

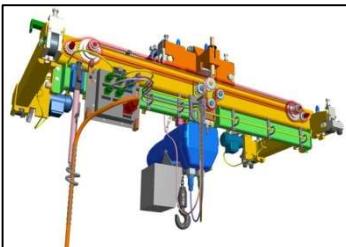
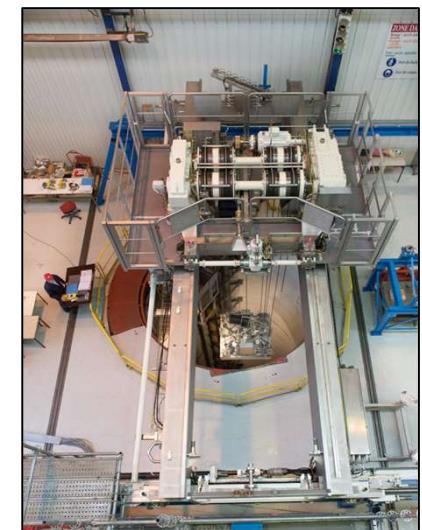
03/09/2024 JY PERON

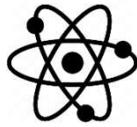


Ponts nucléarisés
Manutention de
futs de déchets
radioactifs



Transbordeur pour
Sellafield Encapsulation
Plant
Capacité de levage: 12 t
Portée: 13 m
Treibil double tambours
Radiation 11 Gy/heure
Tout Automatique – Inox





EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

PONTS DE MANUTENTION



Palonnier de manutention des Internes de cuve EPR



Palonnier de préhension



Portique Usine d'enrichissement GB2



Portique (15t) et palonnier télescopique de fûts de déchets - Shimokita KOBELCO (Japon)



Pont semi-polaire LMJ

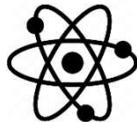


ENERGIE NUCLEAIRE

PONTS DE MANUTENTION



Ponts Lourds (2 x 750t) du réacteur à fusion ITER



EXPERTNUC



Academy

ENERGIE NUCLEAIRE

PORTIQUE DE MANUTENTION

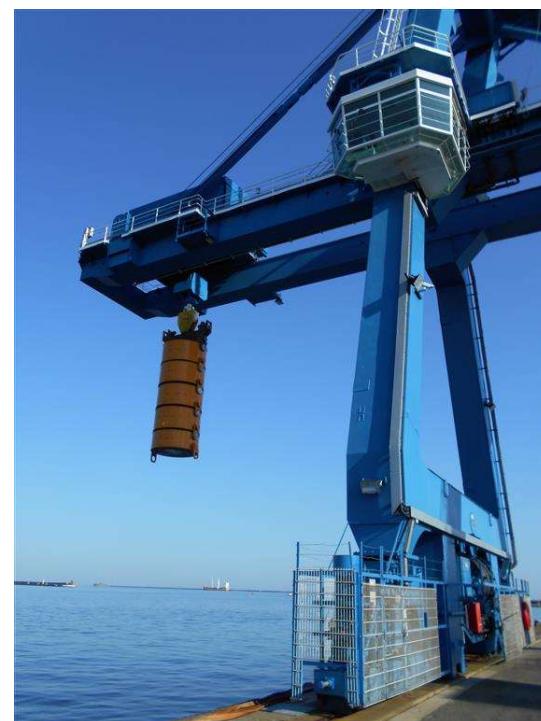
Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

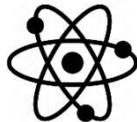
03/09/2024 JY PERON



Portique de manutention des emballages - Cherbourg

Récemment rénové



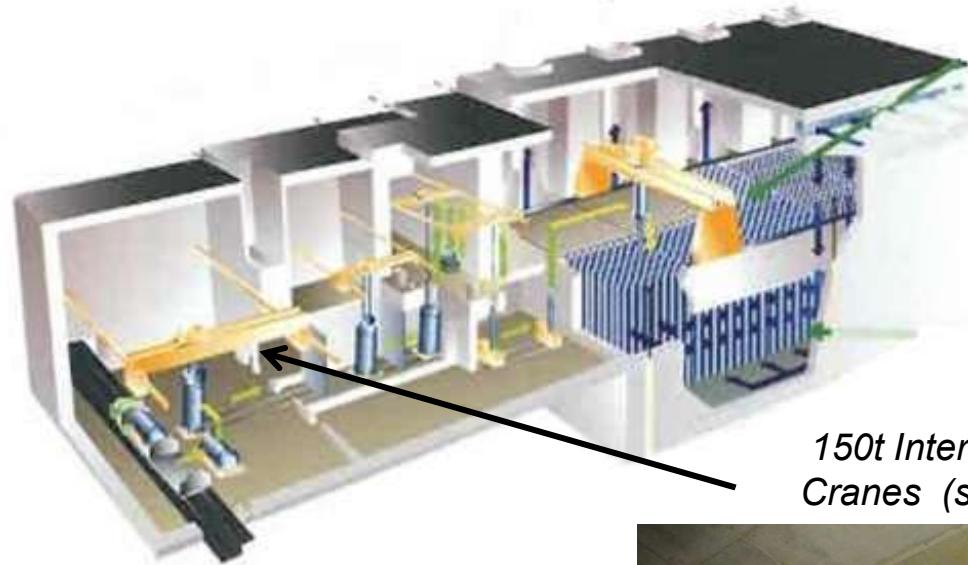


EXPERTNUC

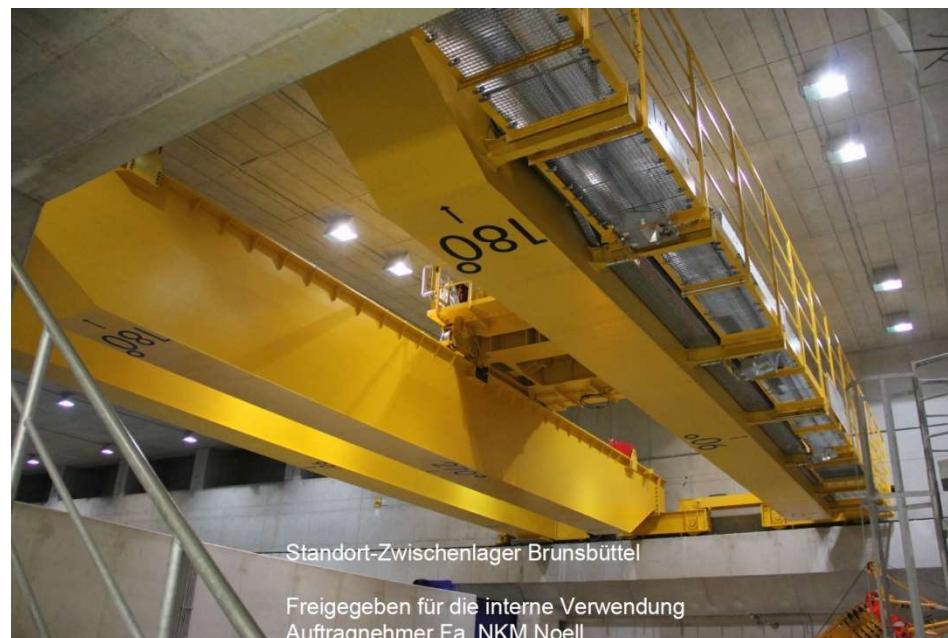


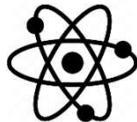
ENERGIE NUCLEAIRE

PONT DE MANUTENTION



*150t Interim-Storage & Castor-Handling
Cranes (single failure proofed hoists)*





EXPERTNUC



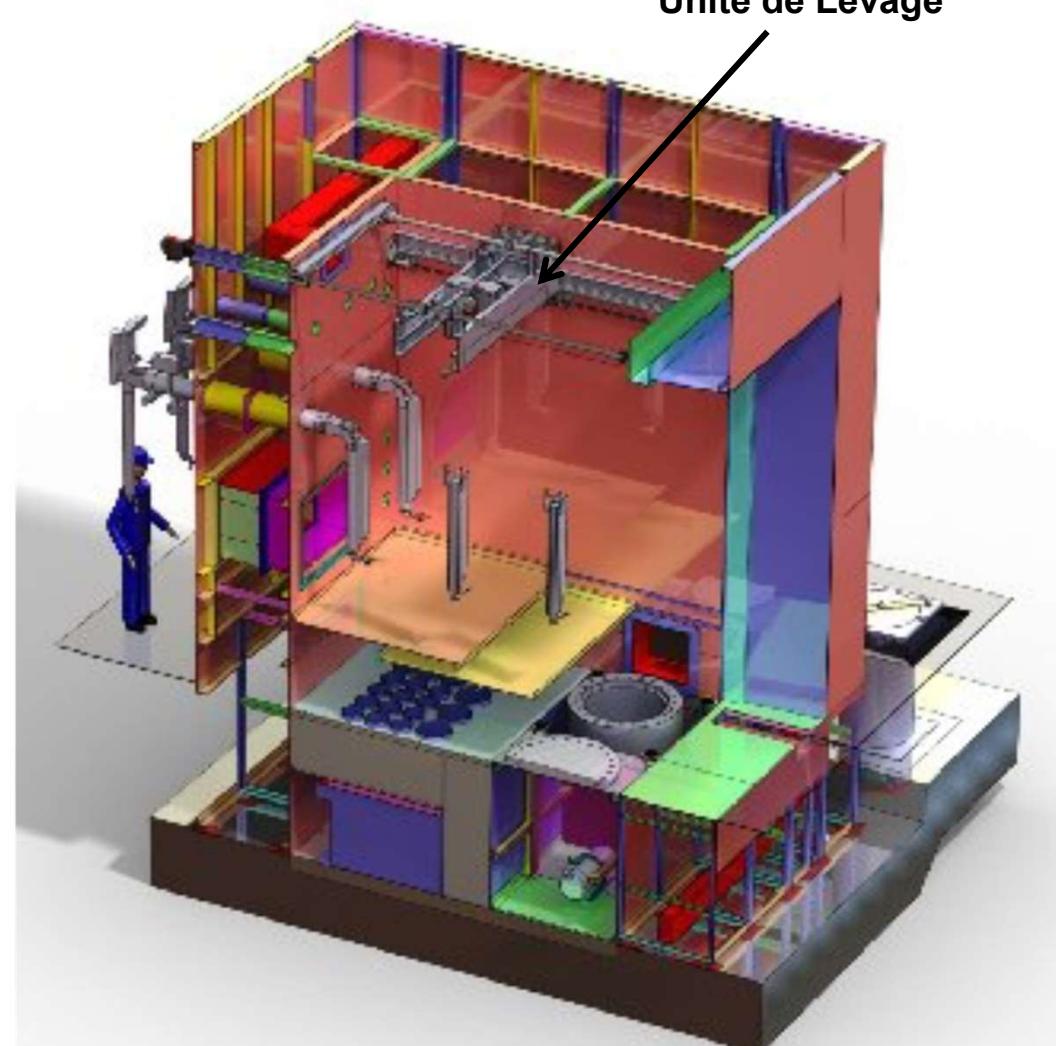
UNITE DE LEVAGE EN CELLULE CHAUDE

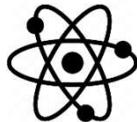
ENERGIE NUCLEAIRE

UNITE DE LEVAGE (UL)



Unité de levage en essais usine





EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

UNITE DE LEVAGE EN CELLULE CHAUDE

From REEL experience , a **HOT CELL** is defined as :

Controlled Area , Classified Zone 4, **Red color**, with a dose rate > 0.1 Sv /h.

Access of personnel forbidden.

Cell ambiance :

Irradiation : The load to be handled contains high irradiated products but the outside is not contaminated.

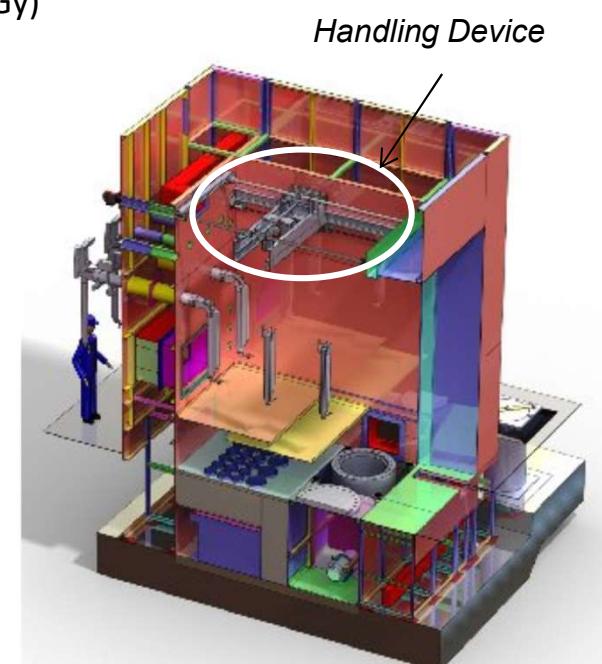
The dose absorbed yearly in the cell can be higher than 10^8 rad (10^6 Gy)

Contamination : The loads to be handled or the operation of processes lead to free radioactive particles which are deposited on the surface of the cell and process devices or are dispersed in the atmosphere. There no human interaction without being from distance and without pre-decontamination

Temperature : The activation of loads or processes generate calories – Fire protection issue

Chemical : The processes and/or the decontamination generate acid (vapor or aspersion)

Environment : Confined and low visibility from outside (Some time through shielded window)





As a result of irradiation :

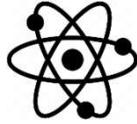
1. Safe Remote Handling / Safe Remote Driving / Mechanical Drive only - No human access & intervention
 - Close loop kinematic chain for the hoisting
 - Safety functions for all motions. I&C designed for high safety
1. Resistance of materials and components (particularly electronics) to irradiation
2. **Reliability** : to reduce the risk of failure and consequently of too frequent repair and lost time
3. Safety : to remain in sub-criticality conditions (no drop and safe recovery of the load)
4. Ultimate recovery in case of failure
5. Design to facilitate recovery and maintenance (modular design)

As a result of Contamination :

- Possible decontamination (Specific painting – Stainless Steel – Smooth surface – No retention zone)
- Decontamination not efficient for human access. Critical items remotely dismountable .

As a result of temperature and chemical :

- Components resistance to high T°C - Control of the Thermal Expansion
- Sealing – Choice of Materials – Choice of surface protection



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

UNITE DE LEVAGE EN CELLULE CHAUDE

Unité de levage cellule chaude:

Transbordeur pour la manutention des conteneurs 3 m³ (Projet SDP Sellafield GB)

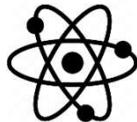


- Capacité : 12 t
- Portée : 13 m
- Treuil de levage : Double Tambours
- Niveau de radiation : 11 Gy/hr
- Structure en Inox
- Redondance des mécanismes
- Mode automatique
- Système de récupération spécifique par cable (Translation - Cable Reel)



ENERGIE NUCLEAIRE

Fabrication de Produits INOX & Emballages



EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

PRODUITS INOX

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

03/09/2024 JY PERON



CRGT Internes supérieurs



Etanchéité colonne Thermocouple

INTERNES DE CUVE (Fabrication)

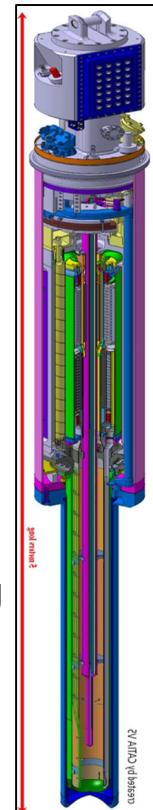
- Guides de Grappes (CRGT) :
 - Tranches 900, 1300, N4 et CPR1000
- Broches (Tranches 900 – 1300 et N4)
- Internes EPR :
 - Guides de Grappes (CRGA)
 - Colonnes support
 - Manchettes thermiques
- Colonnes thermocouple + Vannes (Instrumentation du Cœur)

PRODUITS INOX

- Cible MEGAPIE
- Caissons des Chaînes Laser du LMJ
- Outilage de Contrôle (MIS)



Colonne CRGA EPR



CRGA EPR



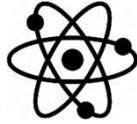
CIBLE MEGAPIE



MIS



Caisson chaînes laser



EXPERTNUC



Academy

ENERGIE NUCLEAIRE

EMBALLAGE DE TRANSPORT

EMBALLAGE DE STOCKAGE & TRANSPORT DU COMBUSTIBLE

REEL fabrique les emballages pour le compte de fournisseurs d'installations d'entreposage à sec et de prestations de transport (Typiquement ORANO TN)

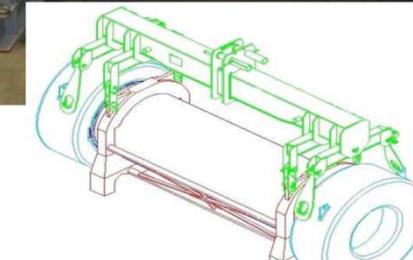
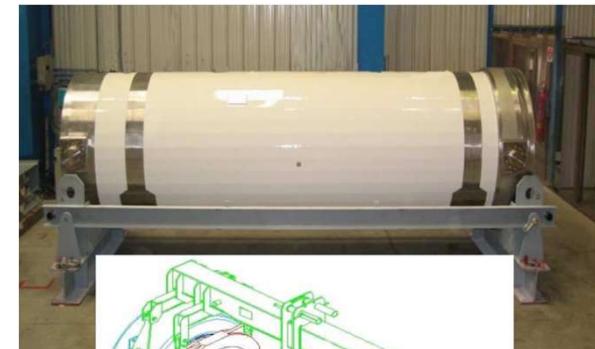
**Conteneurs pour
Assemblages
Combustibles
Neufs (FCC)**



**« Canister »
NUHOMS**



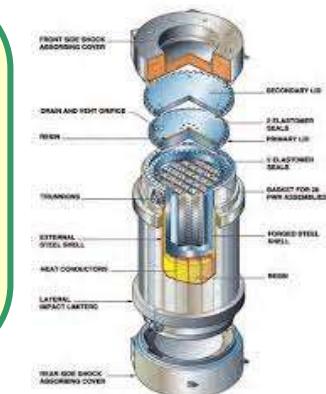
Emballage de Transport pour
Combustibles MOX
(**MX6** et **MX8**)



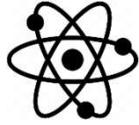
**Encours de réalisation
pour ORANO TN :**

- « Canisters »
**NUHOMS pour
l'Arménie**

- **Emballages TN24**



TN24



EXPERTNUC



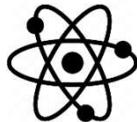
Academy

ENERGIE NUCLEAIRE

Reproduction interdite sans l'accord d'EXPERTNUC

03/09/2024 JY PERON

DEFENSE (France) **(Equipement des installations de la dissuasion nucléaire)**



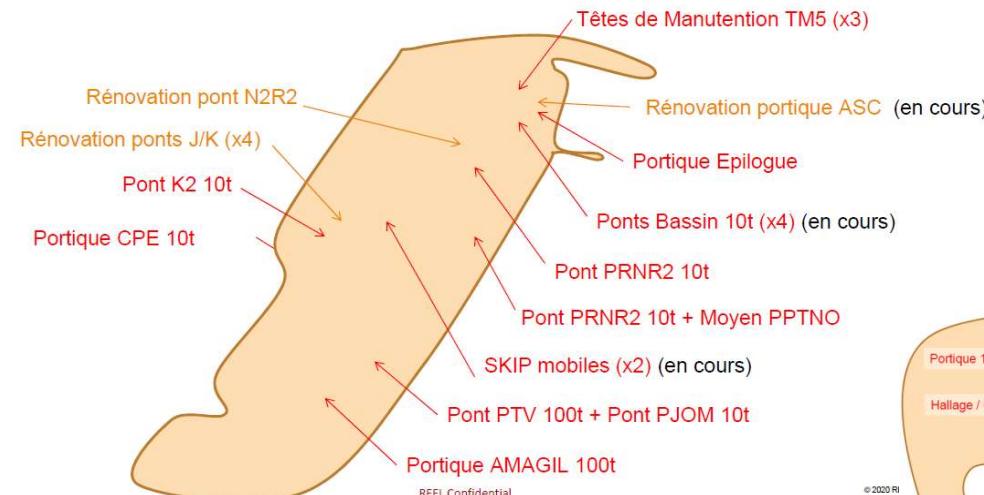
EXPERTNUC



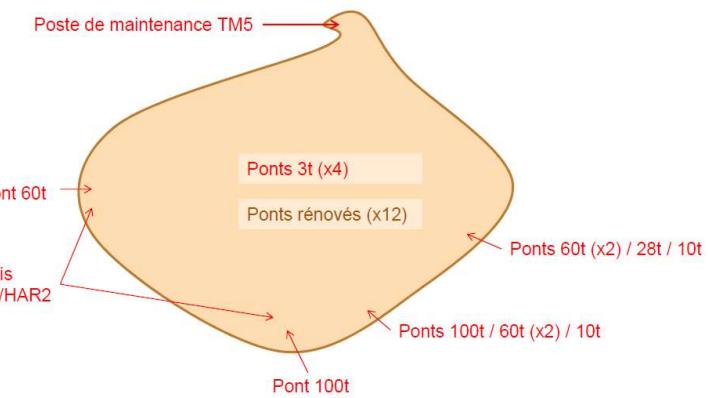
ENERGIE NUCLEAIRE

EQUIPEMENT POUR LA DEFENSE

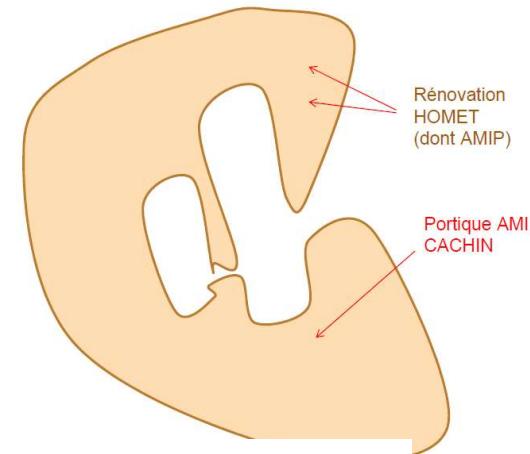
Engins de manutention liés à la logistique du Missile M51 et son embarquement à bord des SNLE
Logistique autour des SNA (Toulon)



Ile Longue (presqu'ile de Crozon)

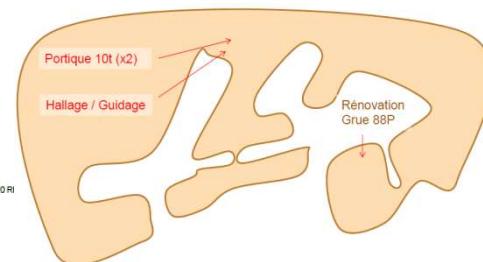


Brest -Guenvenez (Presqu'ile de Crozon)

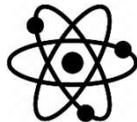


Toulon

Cherbourg



Fourniture de nouveaux équipements
Maintenance



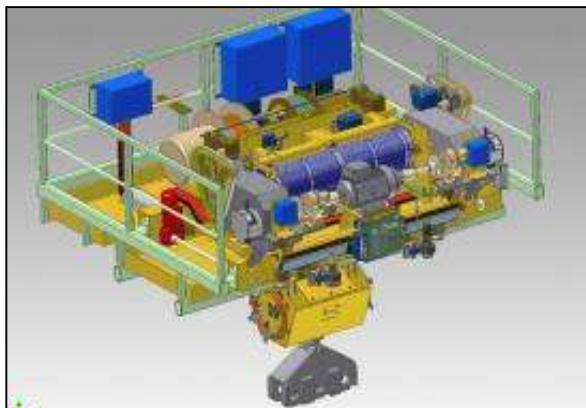
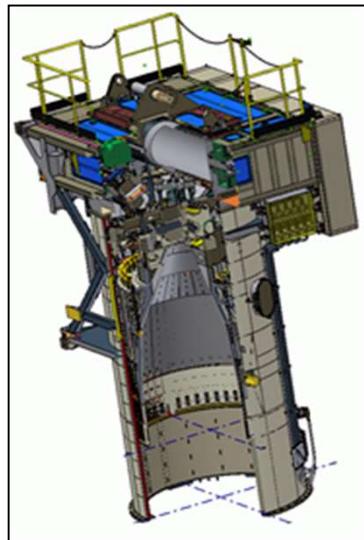
EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

EQUIPEMENT POUR LA DEFENSE

EQUIPEMENTS LIES A LA LOGISTIQUE DES MISSILES NUCLEAIRES ET A LA MAINTENANCE DES SOUS-MARINS NUCLEAIRES



Tête de manutention missile M51



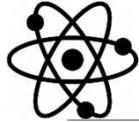
Préhenseur TM5
en interface avec le colis



Tête de Manutention
TM5 (M51)



TM5 intégrée à
l'Ensemble
d'Embarquement
Source photo :
PARIS MATCH - Juin 2011



EXPERTNUC



Ile Longue

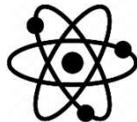


Cherbourg

ENERGIE NUCLEAIRE

EQUIPEMENT
POUR LA DEFENSE

Ponts et portiques



EXPERTNUC



Academy

ENERGIE NUCLEAIRE

EQUIPEMENT
POUR LA DEFENSE

Portique et treuils de halage



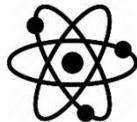
Rénovations

Base navale de Toulon



Grue 88P
rénovation partielle (boggies et structure intermédiaire)





EXPERTNUC



ENERGIE NUCLEAIRE

EQUIPEMENT POUR LE LEVAGE

La Société hollandaise **MAMMOET** a réalisé une gue, la SK6000, la plus forte capacité au monde afin de favoriser le montage des réacteurs nucléaires à partir de modules de plus en plus importants.

Maximum capacité : 6000 t

Capacité de 3000 t à 220 m de haut

Grue démontée en module pour être transportée par conteneurs

Gue alimentée par batteries ou connectée au réseau.



ENERGIE NUCLEAIRE

NOTES

ENERGIE NUCLEAIRE

NOTES

ENERGIE NUCLEAIRE

NOTES