



Commission locale d'information  
9 février 2023

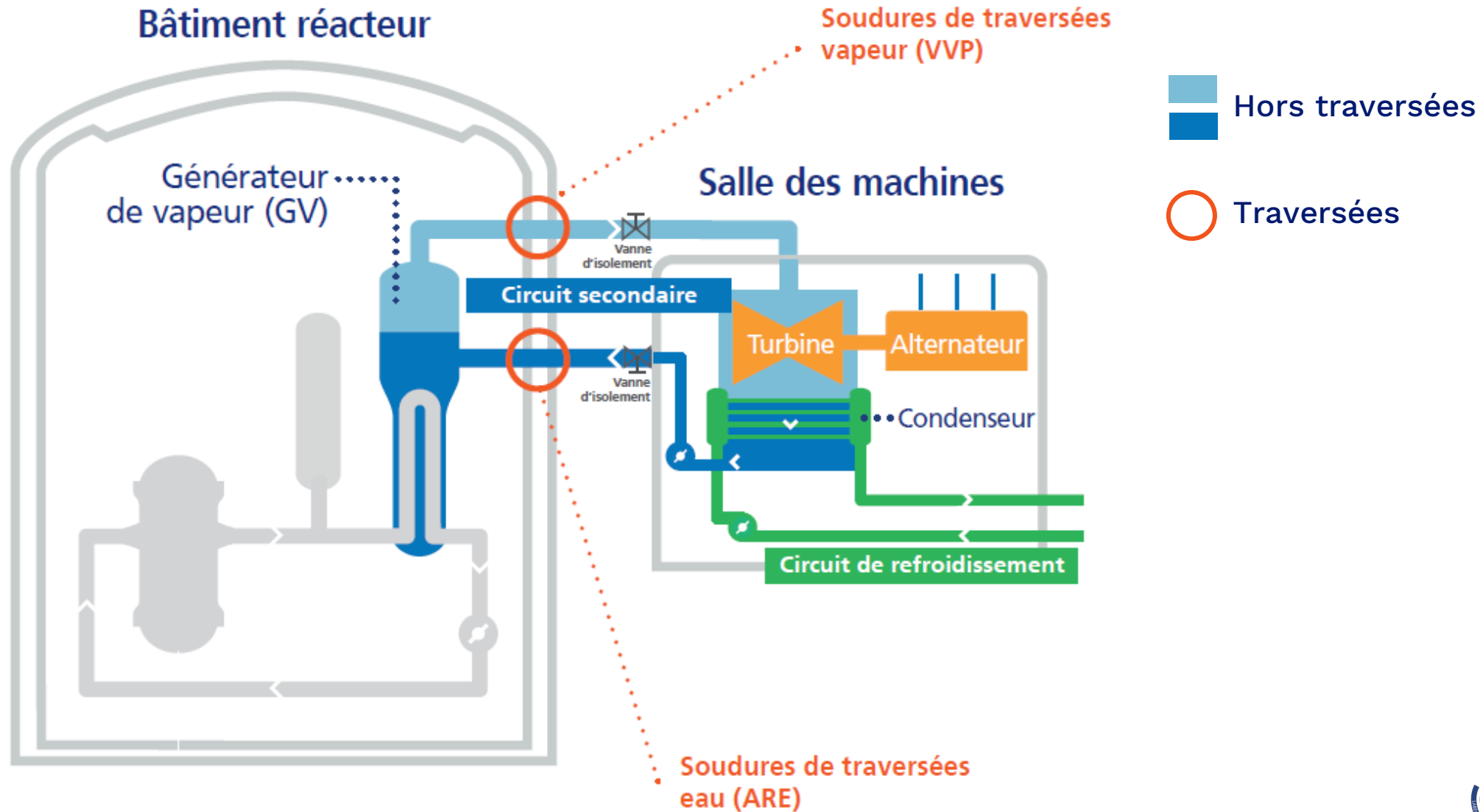
# EPR Flamanville



Point d'avancement des  
soudures du circuit  
secondaire principal

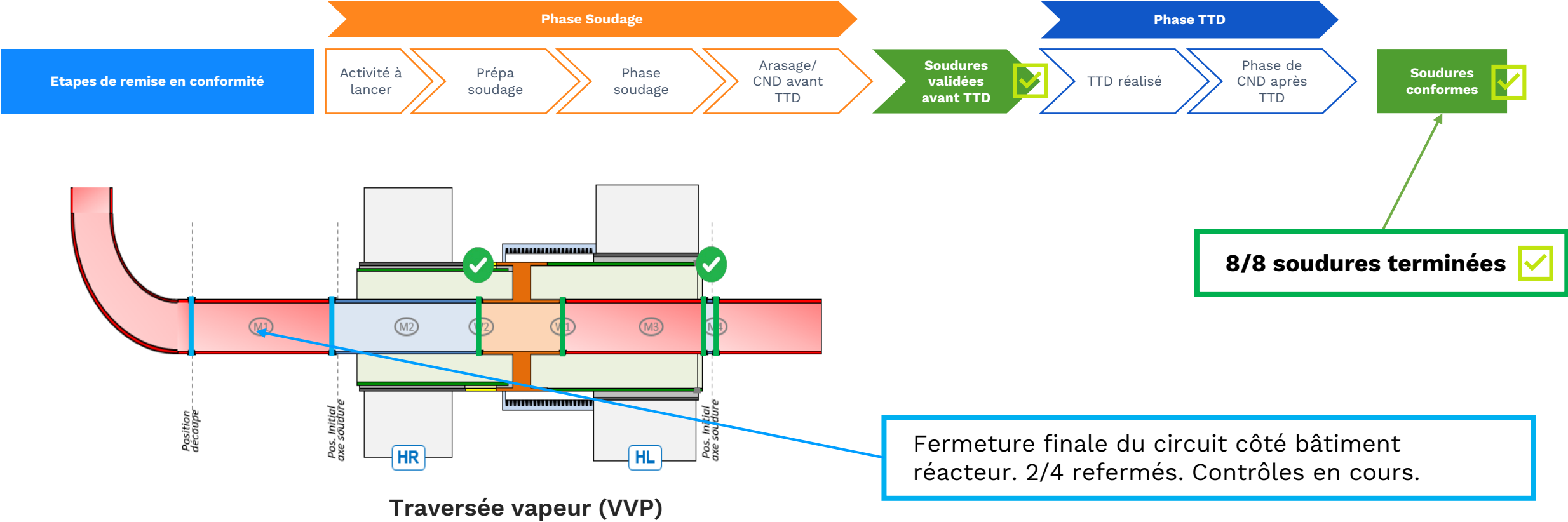


# Remise en conformité des soudures du circuit secondaire principal (1/6)



# Remise en conformité du circuit secondaire principal (2/6)

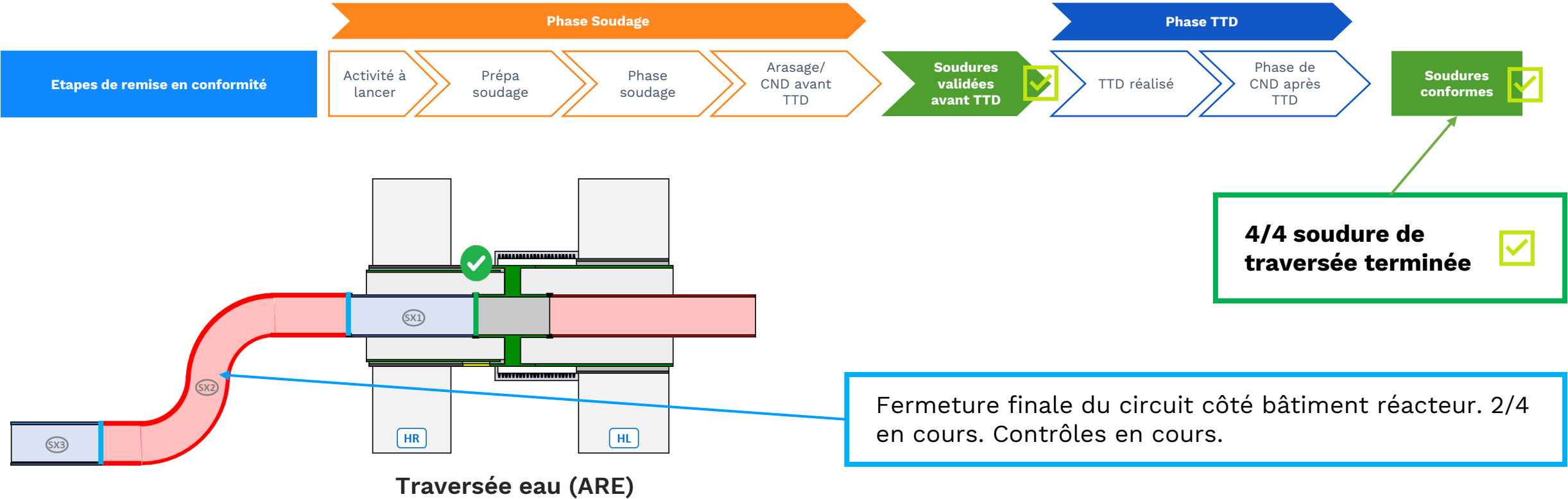
## Soudures de traversées vapeur (VVP)



\* Le traitement thermique de détensionnement (TTD) est une activité réalisée après une opération de soudage dans le but de relaxer les contraintes résiduelles de soudage et d'obtenir des caractéristiques mécaniques appropriées pour la pièce soudée.

# Remise en conformité du circuit secondaire principal (3/6)

## Soudures de traversées eau (ARE)





# Remise en conformité du circuit secondaire principal (4/6)

## Soudures hors traversées

### Bon déroulement des opérations :

→ 100% des soudures réalisées avant TTD

### La qualité au centre des interventions

- Sur l'ensemble des soudures : 6 soudures qui nécessitent une reprise de soudage pour traiter des indications détectées lors des contrôles avant TTD :
  - 7 km de soudures ont été contrôlés avec environ 50 cm de reprises nécessaires ;
- Soudures de traversées conformes du premier coup.



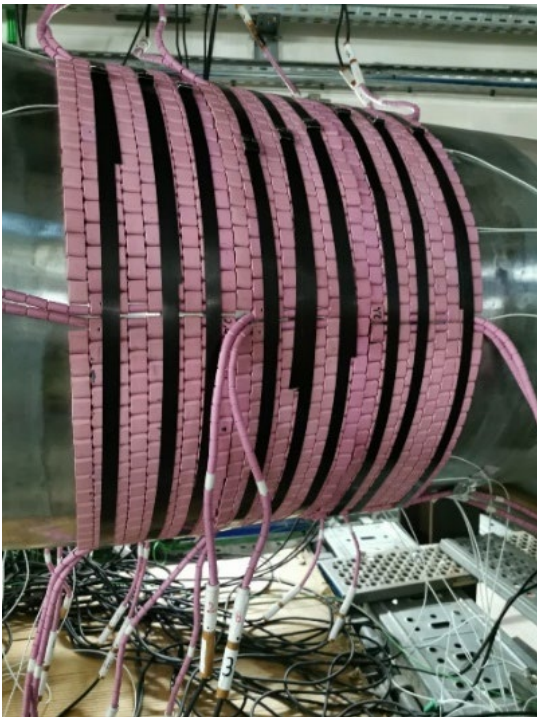


# Remise en conformité du circuit secondaire principal (5/6)

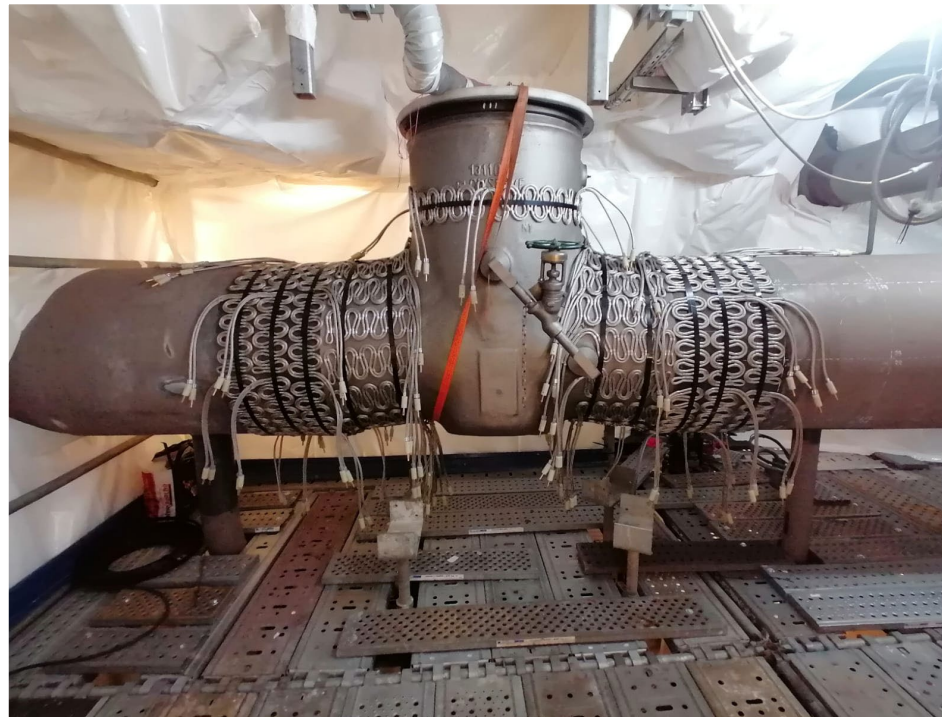
## Traitement thermique de détentionnement (TTD) :

→ 200 TTD à réaliser dont les  $\frac{3}{4}$  sont complexes

→ Avancement : 50 % des TTD réalisés



Les TTD simples = TTD réalisé au niveau d'une soudure entre deux éléments de tuyauterie



Les TTD complexes = TTD réalisé au niveau d'une soudure située entre une tuyauterie et une vanne, un équipement ou un piquage.



## Remise en conformité du circuit secondaire principal (6/6)

**Actualisation du calendrier** liée aux études complémentaires qui ont été nécessaire afin d'établir un nouveau procédé de mise en œuvre du traitement thermique de détensionnement.

### **En phase étude :**

- Réalisation d'un plan de chauffe spécifique et d'un travail documentaire conséquent (calculs thermiques, fiches d'instruction, *etc.*)
- Adaptation à chaque environnement et chaque composant adjacent qui possède ses propres caractéristiques
- Réalisation d'essais en atelier pour vérifier les simulations thermiques

### **En phase réalisation :**

- Des thermocouples sont placés de part et d'autre de la soudure
- Le nombre et la taille des thermocouples varient en fonction de la soudure et du plan de chauffe validé : ces thermocouples sont placés au millimètre près et fixés à l'aide d'un point de soudure
- Un TTD dure en moyenne 16h avec une montée en température réalisée par palier et un temps de chauffe de 600°C pendant environ 1h30.



# Planning

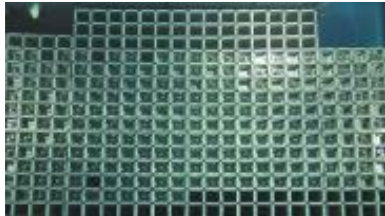




# Dernière ligne droite vers la mise en service de l'EPR



5 août 2020  
**Début de la reprise  
des soudures CSP  
hors traversées**



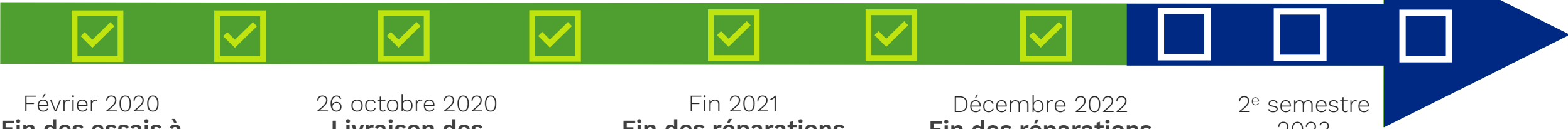
24 juin 2021  
**Mise en piscine du  
dernier assemblage  
combustible**



Février 2022  
**Début des  
soudures ARE**

1<sup>er</sup> semestre 2023  
**100% des TTD  
terminés et  
contrôlés  
conformes**

1<sup>er</sup> trimestre 2024  
**Chargement**



Février 2020  
**Fin des essais à  
chaud n°2**



26 octobre 2020  
**Livraison des  
premiers  
assemblages  
combustibles**



Fin 2021  
**Fin des réparations  
des soudures de  
traversées (VVP)  
avant TTD**



Décembre 2022  
**Fin des réparations  
des soudures de  
traversées**



2<sup>e</sup> semestre  
2023  
**Essais de  
requalification  
d'ensemble**

# Remplacement du couvercle de cuve

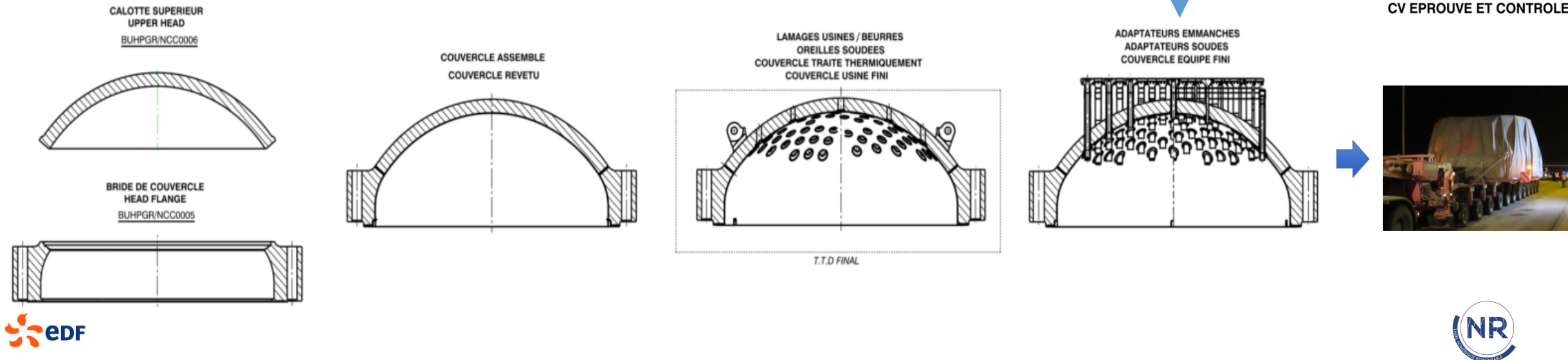
**Après le démarrage de l'EPR :** remplacement du couvercle actuel par un couvercle neuf conforme suite à la décision ASN 2018-DC-0643.

La fabrication du couvercle arrive à la fin des activités d'usinage (illustration ci-dessous).

**Prochaine étape :** traitements thermiques et soudage des adaptateurs qui permettent d'introduire l'instrumentation et les mécanismes de commande de grappes.

Réception du nouveau couvercle attendue à l'été 2024.

Framatome a demandé fin décembre à l'ASN un report de l'échéance de remplacement du couvercle, de manière qu'un cycle de fonctionnement complet du réacteur, vis-à-vis du combustible, puisse être effectué. Cette demande est aujourd'hui en cours d'instruction par l'ASN.





# Sujets abordés lors du GP ESPN du 30 novembre 2022



# Les sujets ayant fait l'objet d'échanges techniques en GP ESPN du 30/11/2022

**Une réunion du Groupe Permanent ESPN a eu lieu le 30 novembre 2022 afin de présenter les principaux sujets dont la clôture est considérée comme acquise ou proche selon l'ASN :**

- La remise à niveau des soudures du CSP,
- La démonstration de conformité des soudures dites Exclusion de Rupture aux exigences requises,
- La problématique de ségrégation carbone sur la cuve et le pressuriseur,
- Le traitement de l'anomalie d'étude sur les soudures set-in du CPP,
- La conformité des Traitements Thermiques de Détensionnement sur les GV et le pressuriseur,
- Le traitement des vibrations de la Ligne d'Expansion du Pressuriseur.

Il s'agissait d'une réunion pour information, sans avis du GP.



# Démonstration de la conformité des soudures aux exigences EDR

## Contexte

L'ASN a demandé à EDF d'apporter des compléments sur **la garantie de la qualité des matériels du CPP relevant de l'exclusion de rupture (EDR)** :

- Le **recensement des exigences de conception, fabrication et suivi en service** du référentiel EDR pour les matériels de ce périmètre (joints soudés et métaux de base) et leur retranscription dans les documents opérationnels.
- **L'analyse du respect de ces exigences** en précisant les modes de preuve attestant de la conformité à ces exigences.

## Traitement

**EDF a démontré :**

- **La conformité aux exigences de conception des équipements EDR** (ex : limitation du nombre de soudures)
- **La conformité aux exigences de fabrication des métaux de base et des métaux d'apport des soudures** (ex : caractéristiques chimiques et mécaniques renforcées).
- **La conformité aux exigences de contrôle en service** (ex : contrôles volumiques 100% en Visite de contrôle initiale).

**Ces vérifications de conformité ont été complétées par des recontrôles de films radiographiques et par de nouveaux contrôles non destructifs sur certaines soudures.**

## Avancement

**Les dossiers de vérification de conformité ont été fournis à l'ASN. Ils apportent la garantie de l'atteinte de la qualité visée par le référentiel EDR.**

L'IRSN finalise actuellement l'instruction des données transmises par EDF.





# Solde de la problématique de ségrégation carbone

## Contexte

- **Ségrégation carbone concernant la cuve** : Non-conformité sur le taux de carbone détectée en 2014. Suite aux avis du GP de 2015, 2016, 2017, **l'ASN a autorisé la mise en service de la cuve en 2018.**
- **Ségrégation carbone concernant le pressuriseur** : **macro-ségrégation résiduelle** observée sur la calotte supérieure du pressuriseur. **Ce sujet a été traité complètement.** L'ASN a souhaité que le résultat soit présenté au GP pour information.

## Traitement

- **Concernant la cuve :**

**Le retour d'expérience a été tiré pour les nouvelles fabrications**, notamment le couvercle de cuve de remplacement (extension de la mesure du taux de carbone, élimination des zones ségréguées).

**FRAMATOME a demandé en décembre 2022 un report de l'échéance de remplacement du couvercle pour le synchroniser avec l'arrêt VC1.** Cette demande est en cours d'instruction par l'ASN.

**Essais de vieillissement engagé par EDF R&D en 2017.** Les résultats seront progressivement disponibles entre 2023 et 2036.

Enclenchement en 2018 d'un **programme de développement et de qualification d'un Examen non destructif (END)** pour le fond de cuve. Cet END sera disponible pour la VC1.

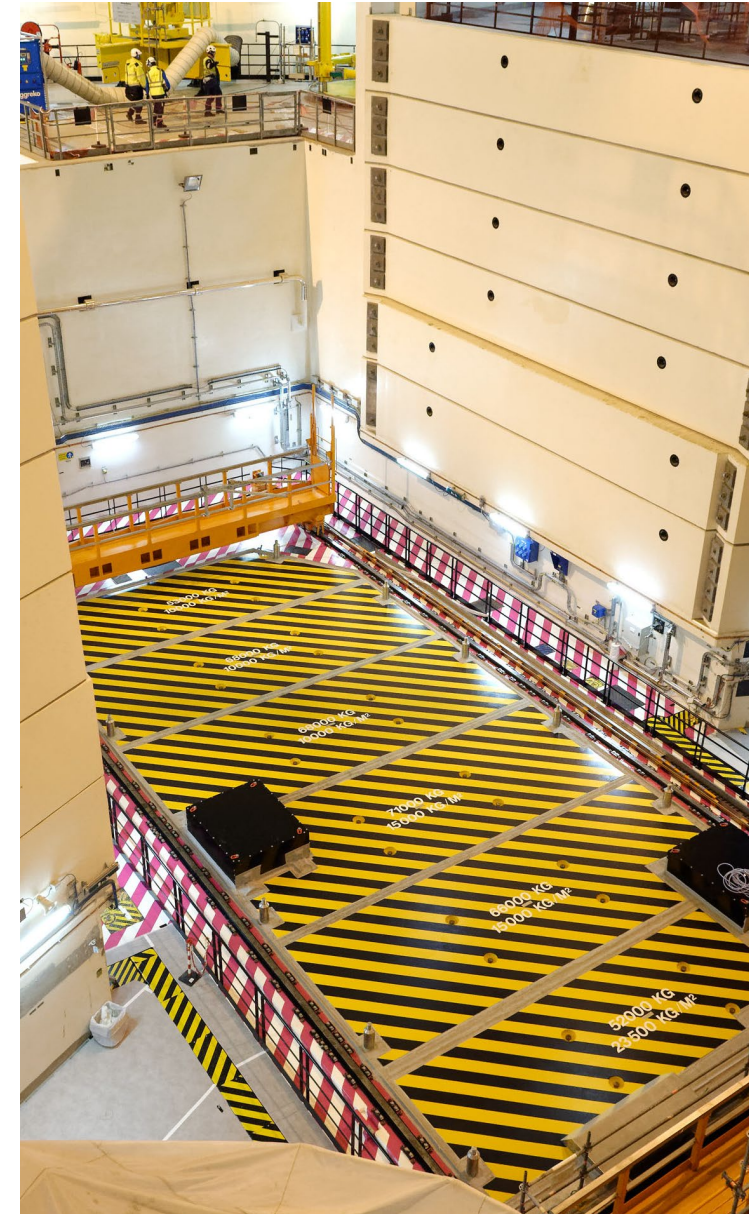
- **Concernant le pressuriseur :**

Ségrégation observée au centre de la calotte, **majoritairement retirée lors de la fabrication** (position du trou d'homme).

Les résultats d'essais mécaniques montrent que **les propriétés du composant sont conformes.**

Une étude complémentaire a montré que ce niveau de taux de carbone n'amène pas de risque de rupture brutale de la soudure de la tubulure du trou d'homme.

**En conclusion, ces instructions de ségrégation carbone sont achevées et les actions de suite sont déployés selon les échéances programmées.**



# Solde de l'anomalie d'étude sur les soudures set-in du CPP

## Contexte

Début 2021, Suite à l'identification d'une étude incomplète portant sur 3 piquages (set-in ) situés sur le circuit primaire principal (CPP) de l'EPR, l'ASN a contesté l'hypothèse d'exclusion de rupture de ces 3 soudures set-in du CPP et a demandé à EDF de mettre en adéquation l'installation avec les études de sûreté du réacteur qui font l'hypothèse d'absence de rupture de ces 3 soudures.

## Traitement

EDF a décidé de modifier l'installation en équipant **chaque soudure d'un collier de maintien** qui empêcherait l'ouverture significative de la soudure en cas de rupture.

EDF a également **démontré la haute qualité de réalisation de ces 3 soudures** en réalisant des contrôles non destructifs complémentaires.

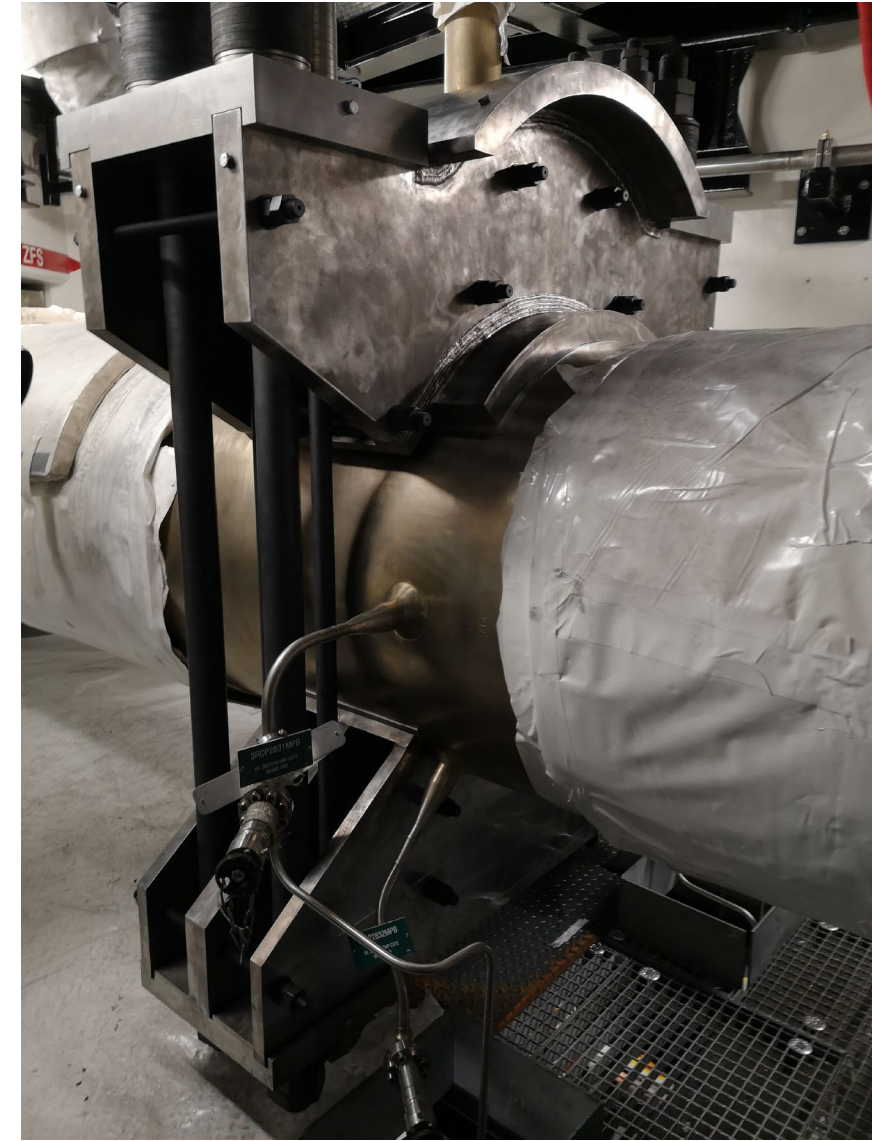
## Avancement

L'installation des colliers de maintien est en cours d'achèvement : 2/3 terminés

L'IRSN a donné un avis favorable sur le principe et la conception de ces colliers.

L'IRSN poursuit l'instruction de la qualité des soudures, qui devrait se terminer d'ici avril 2023.

Puis l'ASN se prononcera définitivement sur la suffisance de la solution mise en œuvre par EDF.



# Solde de la problématique des Traitements thermiques de détensionnement (TTD)

## Contexte

Les TTD sont nécessaires pour réduire les contraintes mécaniques résiduelles induites par les opérations de soudage et ainsi respecter les hypothèses de calcul.

**Des études de R&D de FRAMATOME et EDF ont mis en évidence la nécessité d'améliorer le procédé des TTD réalisés localement par matelas de chauffe, afin de mieux maîtriser ces contraintes résiduelles :**

- Par la modification de la méthode de pose des thermocouples au contact de la matière ;
- Par la prise en compte de gradients thermiques lors de la chauffe et du refroidissement pendant la réalisation du TTD.

Les soudures principales des GV et du pressuriseur n'ayant pas bénéficié de ces améliorations récentes, **FRAMATOME a démontré que certaines de ces soudures avaient subi, soit des sur-TTD (température trop élevées), soit des sous-TTD (température trop basses).**

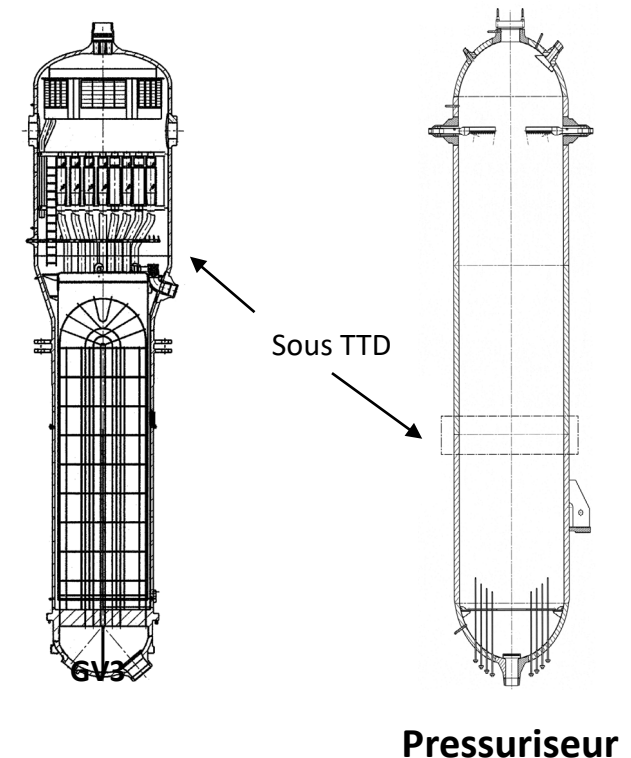
## Traitement

**Cas des soudures en sur-TTD :** des études, confrontées avec des essais en laboratoire, ont montré que ces soudures avaient une résistance à la fatigue **suffisante pour la durée de vie du réacteur**, à l'exception d'une soudure qui devra faire l'objet de contrôles renforcés en exploitation à partir de 48 ans d'exploitation. Ceci n'a aucune conséquence pour le démarrage du réacteur. Des compléments d'études de R&D sont planifiées dans les années à venir pour optimiser les études et augmenter cette durée.

**Cas des 2 soudures en sous-TTD :** un nouveau TTD a été réalisé sur l'installation en 2021, avec succès.

## Avancement

**Ce sujet est soldé.**





# Vibration de la ligne d'expansion du pressuriseur

## Contexte

En 2018, lors des essais fonctionnels à chaud d'Olkiluoto, des vibrations plus importantes que prévu de la LEP ont été observées. Les vibrations maximales sont observées à chaud, lorsque la température du circuit primaire se situe proche de 300 °C et diminue fortement lorsque la température décroît.

## Traitement

Un dispositif absorbeur de vibration ("Tuned Mass Damper" TMD), a été développé par Framatome en vue d'une part de réduire le niveau vibratoire en fonctionnement de la LEP et d'autre part de la rendre moins sensible à d'autres sources de vibration.

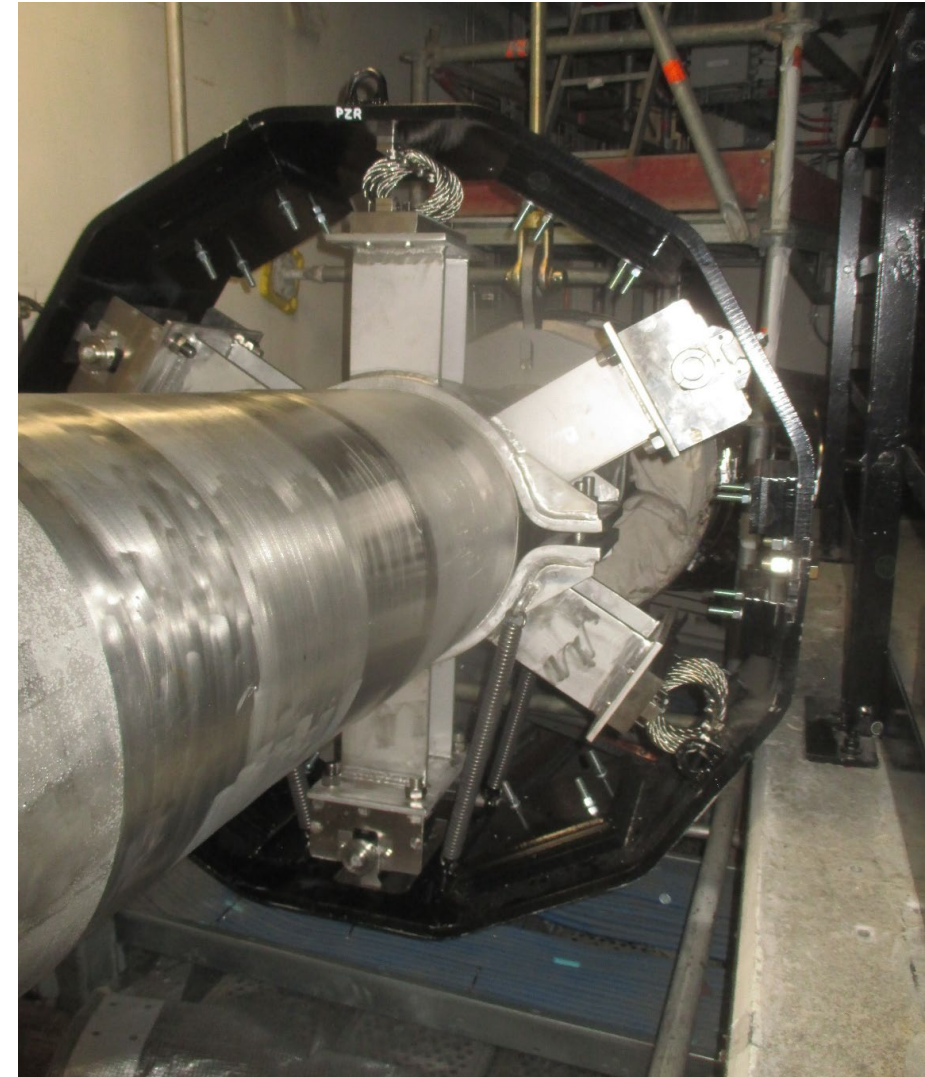
Il s'agit d'une masse mobile reliée à la LEP par des ressorts à câble qui dissipent l'énergie.

Résultat obtenu lors des essais à chaud en 2019 : niveaux vibratoires mesurés avec TMD de l'ordre de 12 mm/s RMS (niveau maximal inférieur à 15 mm/s RMS)

- **Le niveau vibratoire résiduel de la LEP avec TMD, inférieur à 15 mm/s RMS, est acceptable.**
- **L'ASN valide cette solution**, mais demande de relever le seuil de suivi des vibrations.

## Avancement

Ce sujet est soldé.







# Merci

