

CLI DE CATTENOM

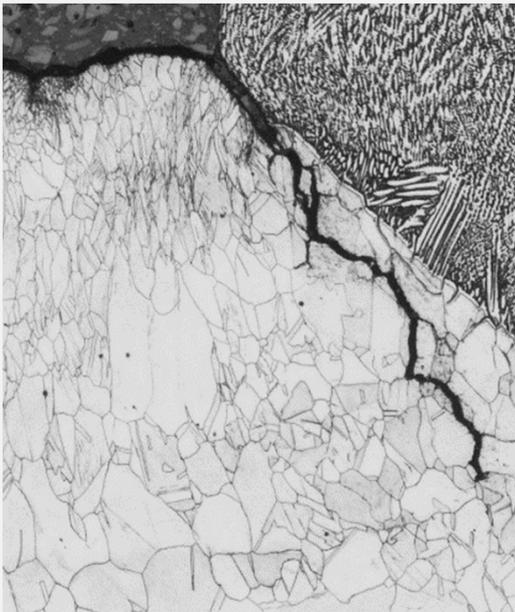
3 – CORROSION SOUS CONTRAINTE

Point d'avancement national
Situation sur le site de Cattenom

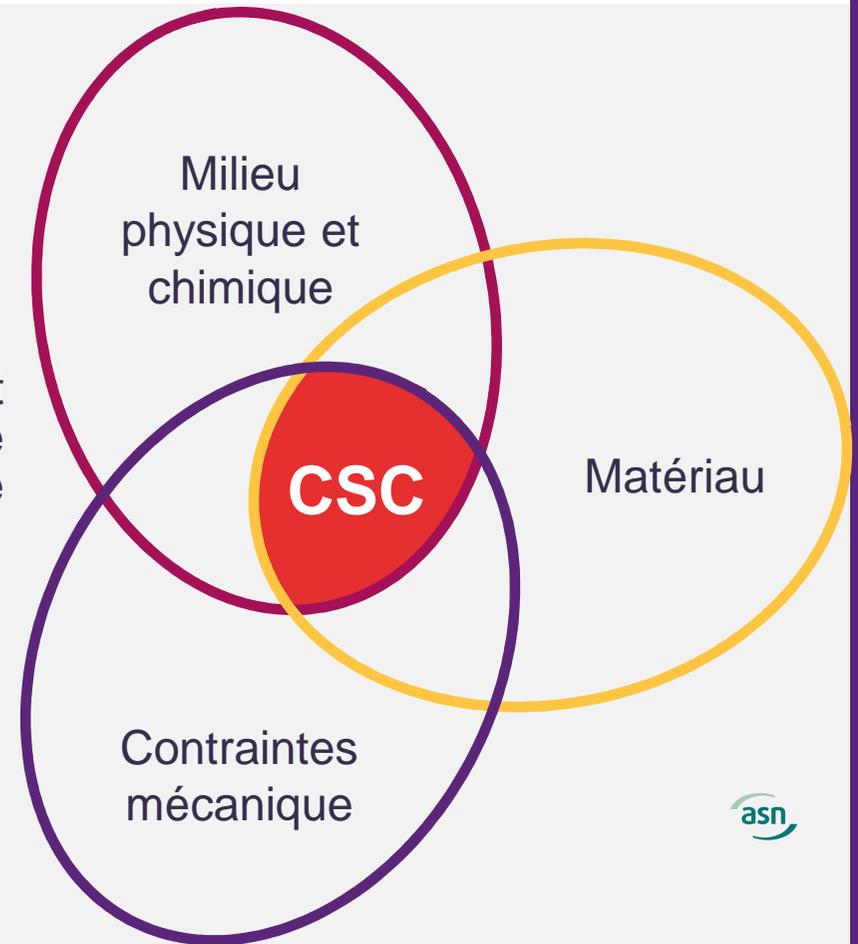
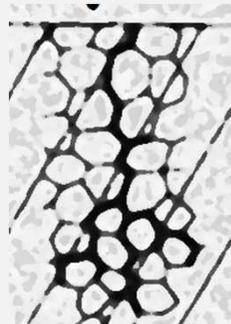
QU'EST-CE QUE LA CORROSION SOUS CONTRAINTE ?

La corrosion sous-contrainte correspond à l'action simultanée de **plusieurs paramètres**.

Ce phénomène est connu. Il avait été écarté pour certains circuits des réacteurs nucléaires.



Il se traduit par l'amorçage et la propagation de **fissures**, le long des joints de grain de l'acier.

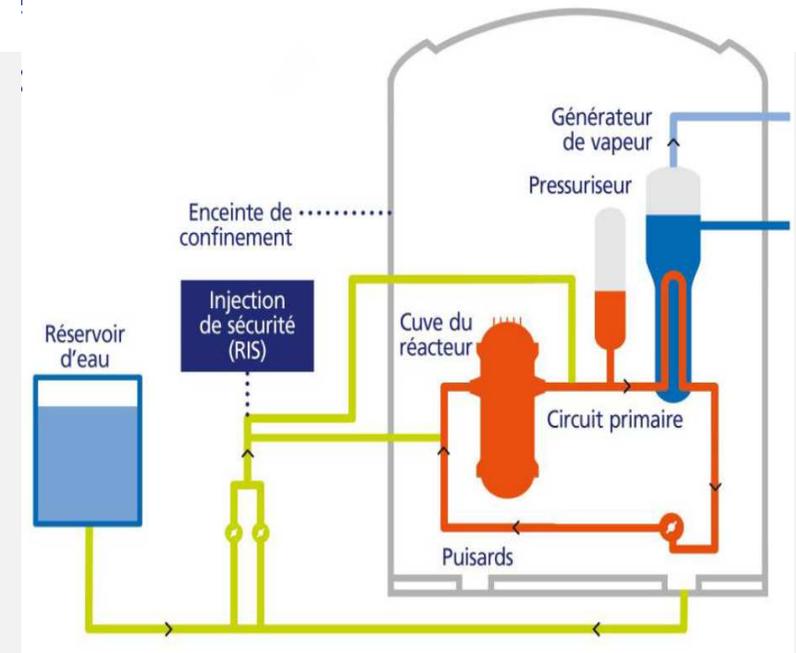


TUYAUTERIES CONCERNÉES

- **Injection de sécurité (RIS)** : permet, en cas d'accident causant une brèche, d'injecter de l'eau borée pour assurer le refroidissement du cœur.
- **Refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA)** : permet d'assurer le refroidissement lors des phases de mise à l'arrêt, de déchargement du combustible, et de redémarrage.

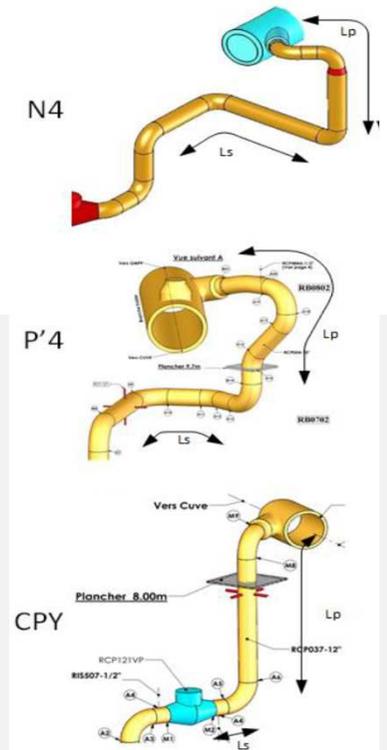
Sûreté des installations :

- **Justification par le calcul** de la capacité à refroidir le cœur dans une situation pénalisante de rupture de deux lignes RIS
- Mise en place de **mesures d'exploitation particulières** pour prévenir les situations engendrant des sollicitations des soudures et détecter rapidement d'éventuelles fuites



STRATÉGIE ÉVOLUTIVE MISE EN PLACE PAR EDF

- **Priorisation** : sensibilité des différentes lignes par palier (selon leur géométrie), soudures réparées
- Développement de **nouvelles méthodes de contrôle** notamment par ultrason
- **Remplacement** des lignes fortement sensibles
- La stratégie de contrôle **évolue** en fonction des connaissances

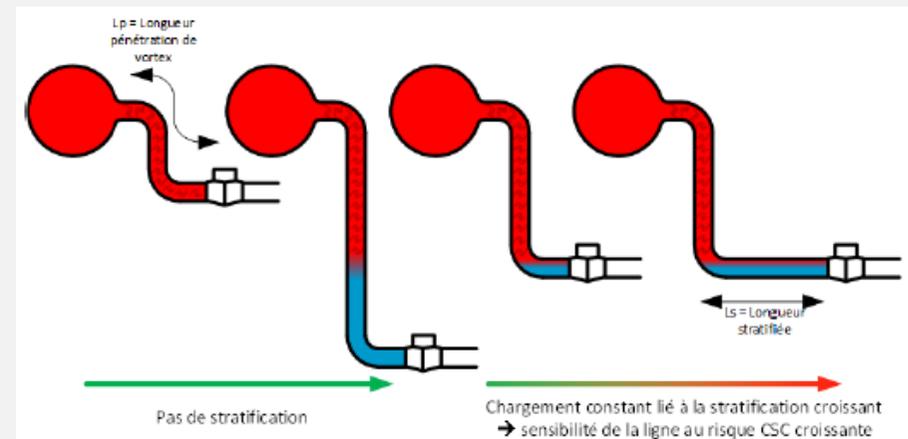


| | |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Lignes fortement sensibles |
| | Lignes sensibles |
| | Lignes très peu sensibles (aucun cas de CSC détecté) |
| | Lignes a priori non concernées : la morphologie des lignes n'est pas propice à la création de chargements mécaniques en lien avec de la stratification thermique |

| Type de lignes | 1450 N4 | 1300 P'4 | 1300 P4 | 900 CPY | 900 CP0 |
|----------------|---------|----------|---------|---------|---------|
| RIS BF | | | | | |
| RIS BC | | | | | |
| RRA BF | | | | | |
| RRA BC | | | | | |

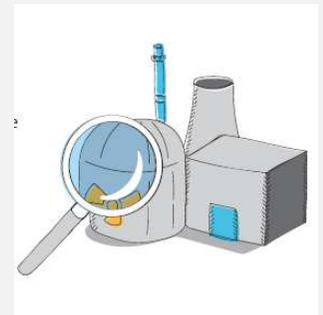
COMPRÉHENSION DU PHÉNOMÈNE

- Plus de 150 soudures ont fait l'objet d'expertises en laboratoire
- Une cause unique n'est pas isolée
- Ce phénomène n'est pas lié au vieillissement
- La géométrie des tuyauteries, qui engendre une **stratification thermique** pour les parties horizontales, semble générer des contraintes d'exploitation non prises en compte à la conception
- Les **soudures réparées** peuvent présenter des situations singulières (ex. fissure de 23 mm sur une soudure de Penly)



ACTIONS DE L'ASN

- **Echanges techniques** aboutissant à des prises de position sur la stratégie d'EDF (avec, sur certains sujets, expertise externe de l'IRSN et du groupe permanent d'experts auprès de l'ASN) et au cas par cas sur des réacteurs
- **Autorisation :**
 - Opérations de découpes et de remplacement de tuyauteries
 - Redémarrages des réacteurs après expertise des résultats et des travaux
- **Inspections** sur site et au niveau des services centraux :
 - Conditions de réalisation des contrôles par ultrason
 - Fabrication des pièces de rechange (y compris à l'étranger)
 - Opérations de découpe, de repose de tuyauteries, soudage
 - Dispositions transitoires pour les réacteurs qui n'ont pas été arrêtés=> 45 inspections dont 5 à Cattenom
- **Information** des parties prenantes (CLI, Parlement, autorités étrangères... + site internet : <https://www.asn.fr/l-asn-controle/corrosion-sous-contrainte>)



AVANCEMENT AU NIVEAU NATIONAL

Octobre 2023

Palier N4 (1450 MWe) – Remplacements terminés

Remplacement des lignes sensibles RIS et RRA : CIV1, CIV2, CHZ1, CHZ2.

Réacteurs 1300 MWe – Remplacements terminés, en cours ou à venir

Palier P'4 – Remplacement des lignes sensibles RIS :

BEL1, BEL2, CAT1, CAT2, CAT3, CAT4, GOL1, GOL2, NOG1, NOG2, PEN1, PEN2.

Palier P4 – remplacements partiels :

FLA1 (RRA BF1), PEN1 (RIS BC1, RRA BF1, RRA BC4).

Réacteurs 900 MWe – Remplacements terminés, en cours ou à venir

Remplacements partiels :

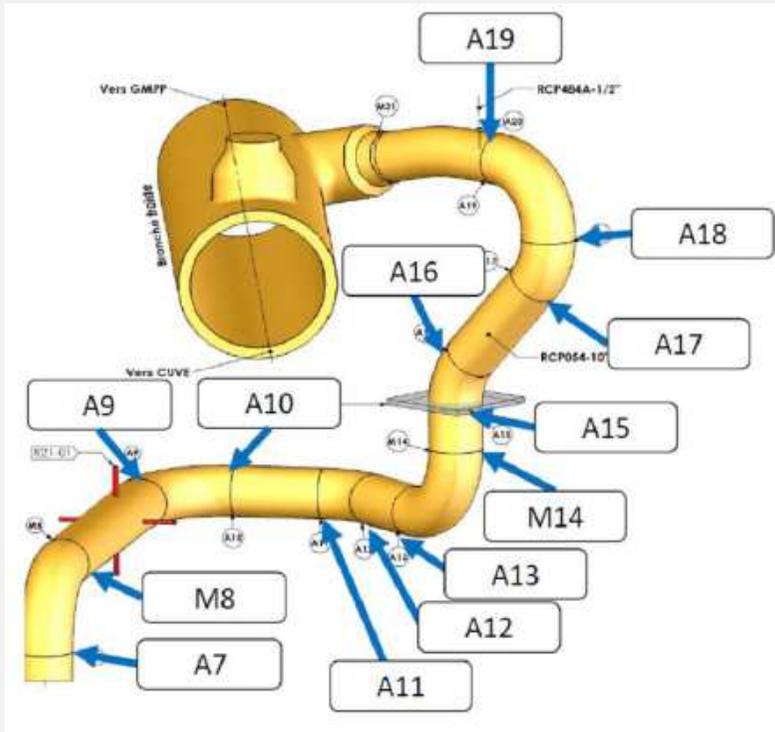
CHB1 (RIS BF1), CHB3 (RIS BF2), BLA2 (RIS BF2, RRA BC2), SLB2 (RIS BF2).

AVANCEMENT À CATTENOM

Octobre 2023



Remplacement des lignes sensibles : RIS branche froide



| Réacteur | RIS branche froide |
|----------|-----------------------------------------------------------------|
| 1 | Remplacement complet à l'été 2023 |
| 2 | Remplacement complet au printemps 2023 |
| 3 | Remplacement complet en 2022 |
| 4 | Remplacement partiel en 2022, complément à venir lors de la VD3 |

Evénement significatif classé au niveau 1 de l'échelle INES pour Cattenom

dû aux défauts détectés sur des soudures de Cattenom 3 (profondeur max : 2,78 mm)



AVANCEMENT À CATTENOM

Octobre 2023

Contrôles des soudures réparées (RIS branche chaude, RRA) :

- Faits en 2023 pour les réacteurs n°1 à 3
- A venir lors de la VD3 pour le réacteur n°4

| Réacteur | RIS | | RRA | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | BC1 | BC2 | BF1 | BF2 | BC3 | BC4 |
| 1 | | 1 | | 2 | 1 | |
| 2 | | 1 | | 2 | | |
| 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | | | | | | |

Pas d'indication notable sur les soudures réparées

APPRÉCIATIONS DE L'ASN

Au niveau national :

- Professionnalisation des équipes en charges des **contrôles non destructifs**
- Professionnalisation des équipes en charge du **remplacement des lignes** RIS et RRA (moins de réparations nécessaires, durée réduite)
- Amélioration de la **qualité des dossiers** de remplacement
- Manque de traçabilité dans les **rapports de fabrication** d'éléments utiles à l'analyse de la CSC (par ex. alignement des morceaux de tuyauteries)

A Cattenom :

- **Contrôles non destructifs** : bonne qualité de réalisation technique et de surveillance des prestataires ; la traçabilité pourrait être améliorée
- **Sûreté** : bonne implémentation des mesures compensatoires d'exploitation
- **Remplacement des lignes RIS** : bonne qualité de réalisation ; des points d'amélioration notés dans la traçabilité de la surveillance des prestataires et la documentation

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

- Efforts importants d'EDF pour réaliser des investigations sur le phénomène, développer une nouvelle **modalité de contrôle non destructif** et **remplacer les lignes** les plus sensibles
- Ensemble des **lignes sensibles remplacées** d'ici début 2024, puis implémentation d'un suivi en service
- **Lignes peu ou non sensibles** : contrôles prévus (notamment RIS, RRA, pressuriseur)
- **Soudures réparées** toutes contrôlées d'ici fin 2025
- Stratégies de **suivi en service CSC et fatigue thermique** à développer / compléter

