

CORROSION SOUS CONTRAINTE

RÉUNION DE LA CLI DE CATTENOM DU 3 OCTOBRE 2022

SOMMAIRE

I – Contexte

II – Détection et analyses menées

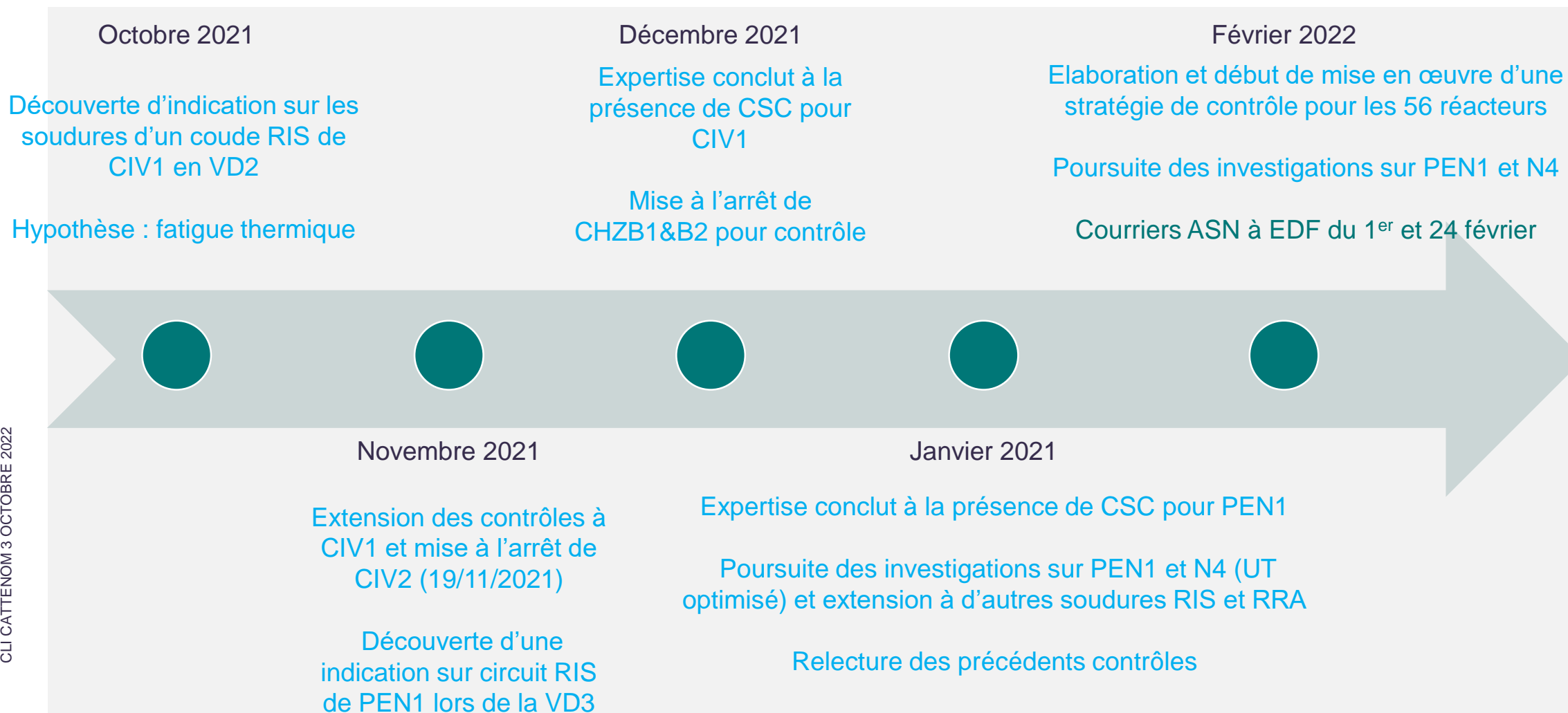
III – Compréhension du phénomène

IV – Analyse de sûreté

V – Réacteurs de Cattenom

VI – Conclusions et programme de suivi en service

CHRONOLOGIE



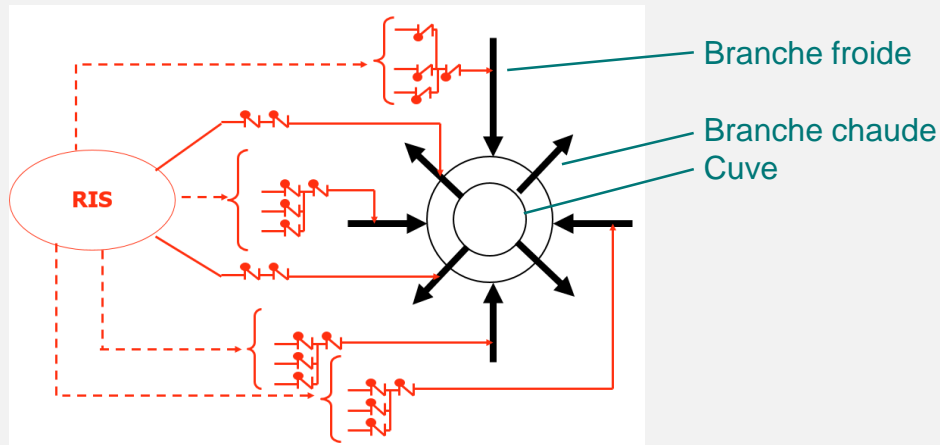
CHRONOLOGIE ET PERSPECTIVE



RAPPEL – TUYAUTERIES AUXILIAIRES DU CIRCUIT PRIMAIRE

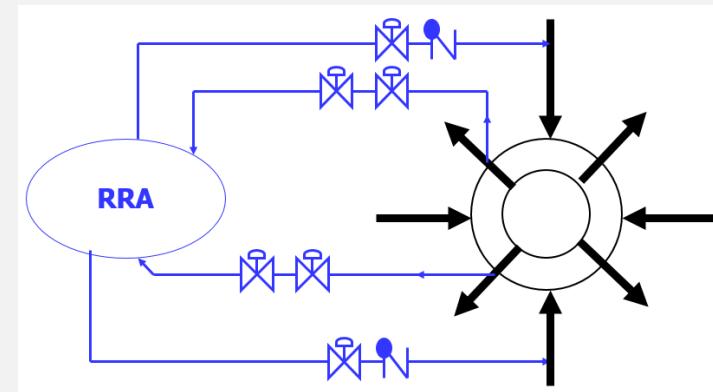
Circuit RIS (injection de sécurité) :

Il permet, en cas d'accident causant une brèche importante au niveau du circuit primaire du réacteur, d'introduire de l'eau borée sous pression dans celui-ci afin d'assurer le refroidissement du cœur.



Circuit RRA (refroidissement du réacteur à l'arrêt) :

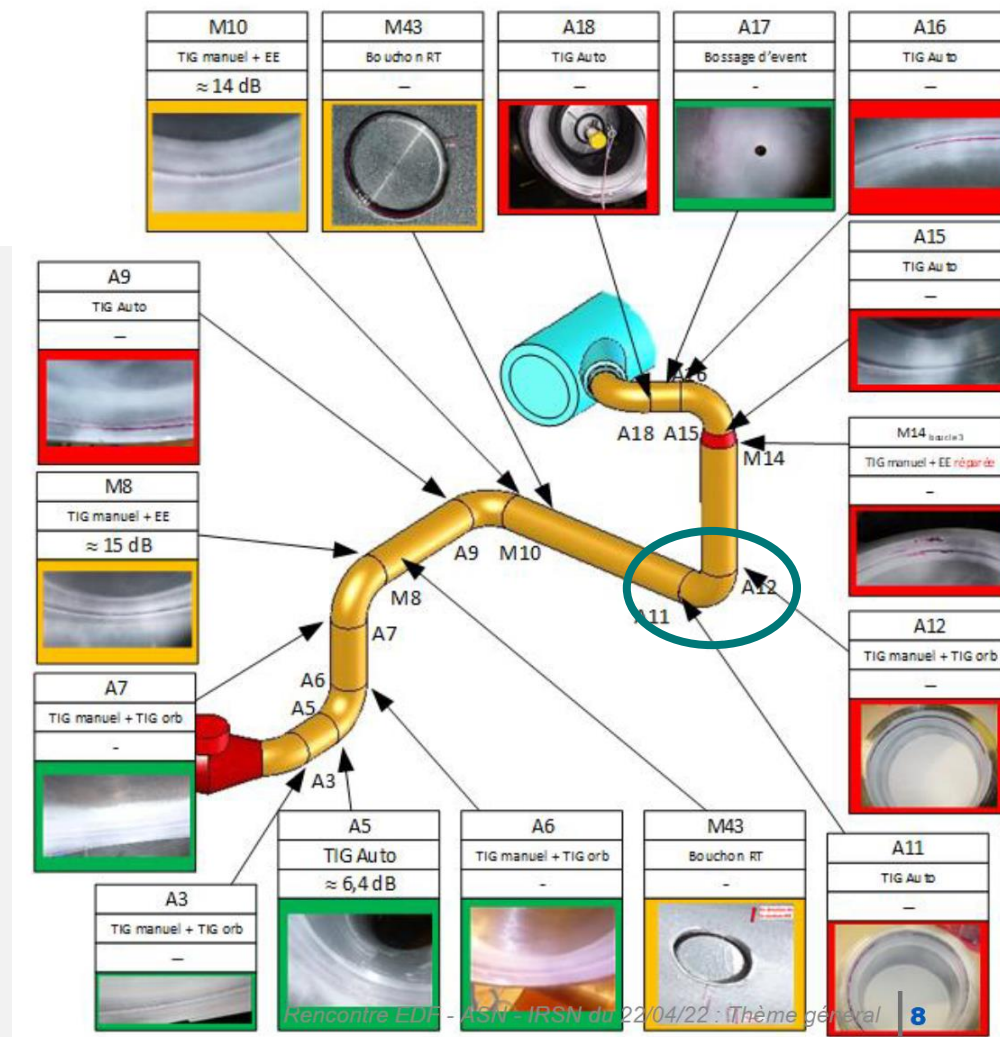
Il permet d'assurer le refroidissement lors des phases de mise à l'arrêt, d'arrêt et de redémarrage du réacteur



- Tuyauteries de diamètres 8, 10 et 12 pouces (200, 250 et 300 mm) en inox (316L)
- Configurations différentes suivant les types de réacteurs

ESSAIS NON DESTRUCTIFS ET DESTRUCTIFS

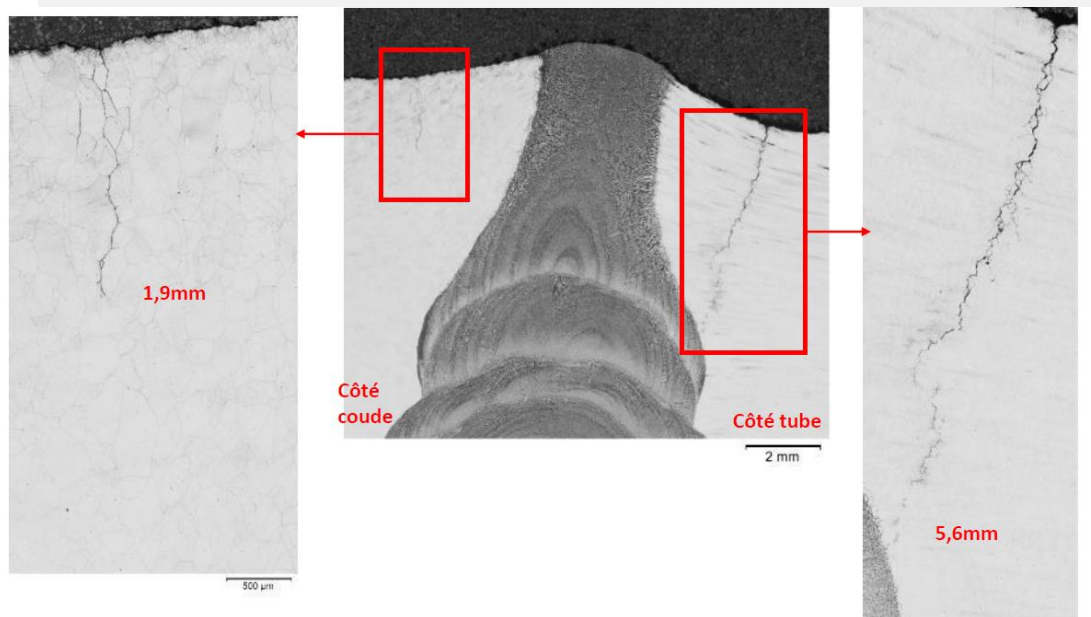
- **Contrôles non destructifs historiques** par ultrasons => déployés lors des visites décennales pour rechercher des fissures de fatigue thermique => indications vues sur Civaux 1 et Penly 1, qui ont amené à réinterroger l'ensemble des contrôles réalisés sur le parc de réacteurs EDF
- **Essais destructifs** : des tronçons de tuyauterie sont découpés pour être analysés en laboratoire => permet la confirmation du **phénomène de CSC**
- **Contrôles non destructifs améliorés** par ultrasons : développés par EDF et déployés depuis l'été 2022, ils permettent de **détecter le phénomène** de CSC sans découper de tronçons et de **quantifier** les défauts à partir d'une profondeur de 2 mm



Soudures inspectées en visite décennale et zones où la CSC a été confirmée
- Civaux 1

ANALYSES DES FISSURES

Observations



- Fissures intergranulaires
- Dans le métal de base à proximité immédiate des soudures (zone thermo-mécaniquement affectée)
- Extension maximale de 360° (toute la circonférence) et profondeur maximale de 5,6 mm pour les réacteurs N4

Exemple de Civaux 1 – réacteur 1 – soudure A12 –
injection de sécurité

COMPREHENSION DU PHÉNOMÈNE

La CSC est un phénomène multi-factoriel

Environnement

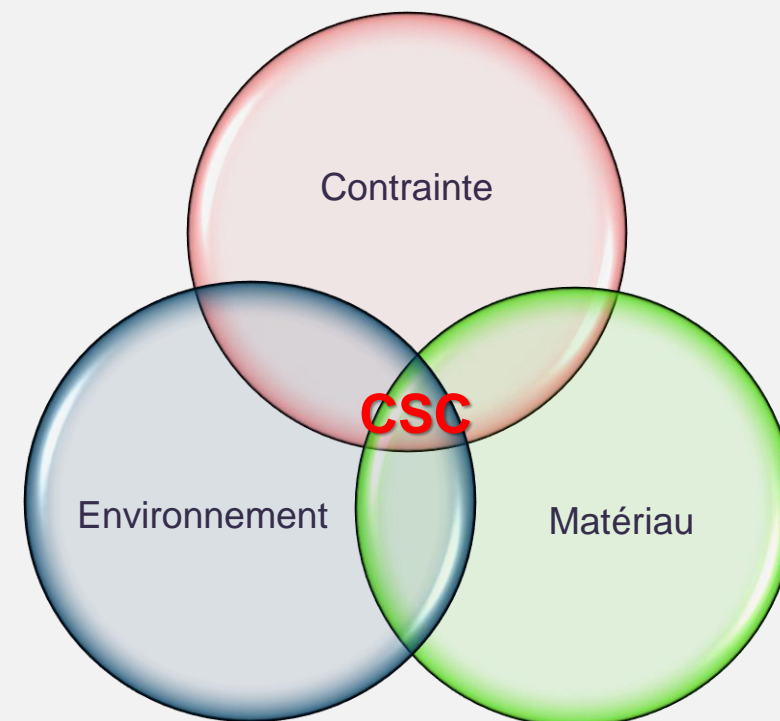
- Aucune anomalie relative à la chimie n'a été détectée
- La CSC est activée thermiquement

Matériau

- Analyse des rapports de fin de fabrication : aucune corrélation trouvée entre les défauts de CSC et les procédures de soudage

Contrainte

- Contraintes thermomécaniques et géométrie des lignes concernées
- Cas particulier des soudures réparées



SÛRETÉ

Réacteurs à l'arrêt

- Tous les réacteurs considérés comme les plus sensibles au phénomène de CSC sont à l'arrêt pour contrôles (type N4, réacteurs du palier P'4 dont la relecture des contrôles montrent un risque de CSC – les paliers 900 MWe et P4 semblent peu touchés par le phénomène)

Sûreté et tenue mécanique des défauts

- La tenue mécanique des défauts observés est justifiée
- Les études de sûreté menées montrent la capacité de ramener les réacteurs de 1300MWe dans un état sûr avec 2 lignes RIS rompues (2/4)

Mesures compensatoires

- Renforcement des capacités de détection de fuite

ACTIONS DE CONTRÔLE DE L'ASN

De nombreuses réunions techniques et des points de suivi hebdomadaires ont lieu avec EDF

5 courriers de demandes : stratégie de traitement de la problématique par EDF, éléments de justification mécanique

32 inspections depuis fin 2021

Examens non destructifs : améliorations attendues en termes de maîtrise de la radioprotection et de surveillance

Chantiers de découpe : situations hétérogènes selon les sites

Dispositions de conduite : bonne déclinaison locale et connaissance des dispositions prévues

Chantiers de remontage des lignes et fabrication des pièces de rechange

Information des publics : **une rubrique dédiée** sur asn.fr : <https://www.asn.fr/l-asn-contrôle/corrosion-sous-contrainte>

ACTIONS DE CONTRÔLE DE L'ASN

L'ASN a pris position le 26 juillet 2022 sur la stratégie de contrôle proposée par EDF vis-à-vis du phénomène de CSC, considérée comme appropriée compte-tenu des connaissances acquises sur le phénomène et des enjeux de sûreté associés (<https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/corrosion-sous-contrainte-l-asn-considere-que-la-strategie-de-contrôle-d-edf-est-appropriée>)

- EDF prévoit de contrôler l'ensemble de ses réacteurs d'ici 2025, en priorisant le contrôle des zones les plus sensibles des réacteurs N4 et P'4, avec le procédé de contrôle non destructif par ultrasons amélioré.
- L'ASN considère que cette stratégie répond à la nécessité de poursuivre les contrôles sur les lignes considérées comme les plus sensibles, moyennant l'ajustement du planning de contrôle de certains réacteurs.
- L'ASN poursuit, avec l'appui de l'IRSN et de ses groupes permanents d'experts, l'instruction des éléments transmis par EDF : justification mécanique et analyse de sûreté

CONTRÔLE DES RÉACTEURS DE CATTENOM PAR RAPPORT À LA PRÉSENCE DE CSC

- **Cattenom 1** (en VP depuis juin 2022) : contrôle d'une première soudure identifiée à la relecture des contrôles historiques puis extension des contrôles
- **Cattenom 2** : contrôles prévus lors du prochain arrêt du réacteur au printemps 2023 ; pas d'identification de soudure sensible à la relecture des contrôles historiques
- **Cattenom 3** : arrêt spécifique (depuis mars 2022) pour réaliser des contrôles non destructifs et découpe de tuyauteries pour expertise complémentaire en laboratoire
- **Cattenom 4** (en VP depuis février 2022) : contrôles non destructifs et découpe de tuyauteries pour expertise complémentaire en laboratoire



ACTIONS DE L'ASN SUR CATTENOM

Inspection le 6 mai 2022

- Condition de réalisation du chantier de découpe des tuyauteries RIS
- Prise en compte des mesures compensatoires requises au titre de la CSC (détection précoce de fuite)
=> Pas d'écart à l'attendu

Inspection du 25 août 2022

- Mise en œuvre des contrôles non destructifs améliorés : inspection de l'ensemble du déroulement de la procédure du contrôle non destructif d'une soudure et de la surveillance du prestataire par EDF
=> Suivi rigoureux et attentif de la procédure de contrôle

Autorisation des opérations de découpe (CAT 3-4) **et de remontage** des nouveaux coudes (CAT 4)

CONCLUSIONS ET PROGRAMME DE SUIVI EN SERVICE

Conclusions

- Les investigations se poursuivent pour affiner la compréhension du phénomène
- A ce stade, les contraintes liées à la géométrie des lignes, au chargement thermomécanique et aux réparations de soudure sont considérés comme des facteurs de premier ordre
- La problématique ne semble pas liée au vieillissement du réacteur
- A ce jour, pas de nécessité d'arrêter d'autres réacteurs (justification de certains défauts, capacité à ramener les réacteurs dans un état sûr)

Prochaines étapes (fin 2022 – début 2023)

- Réparation et contrôles des zones remplacées
- Justification des défauts mineurs laissés en place dans l'attente de réparation
- Confirmation des zones sensibles aux phénomènes de CSC
- Définition précise d'un premier contrôle sur l'ensemble du parc (fin du programme de contrôles prévu en 2024)
- Puis définition d'un programme de contrôle périodique sur la base de la cinétique de propagation de la CSC, des études mécaniques et de la sensibilité du procédé de contrôle

