



Commission locale d'information

4 avril 2022

Phénomène de corrosion
sous contrainte

Point de situation

CNPE de Tricastin

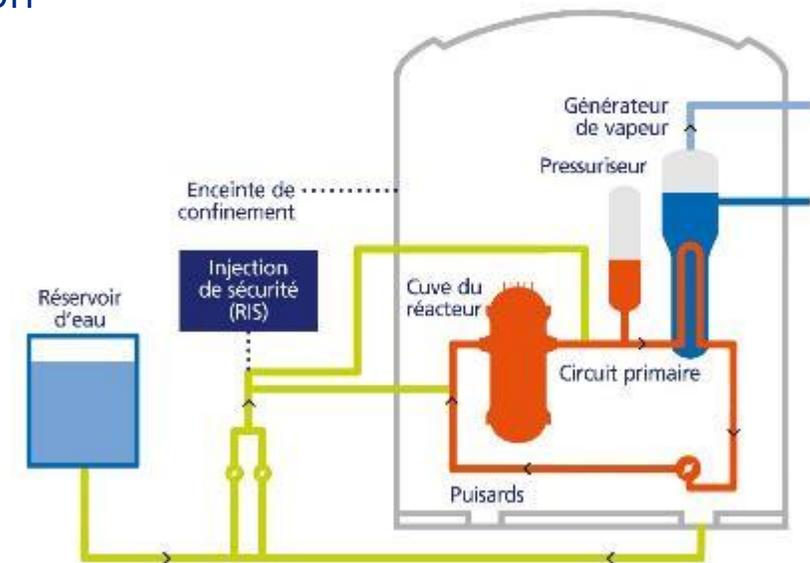
Rappel du contexte

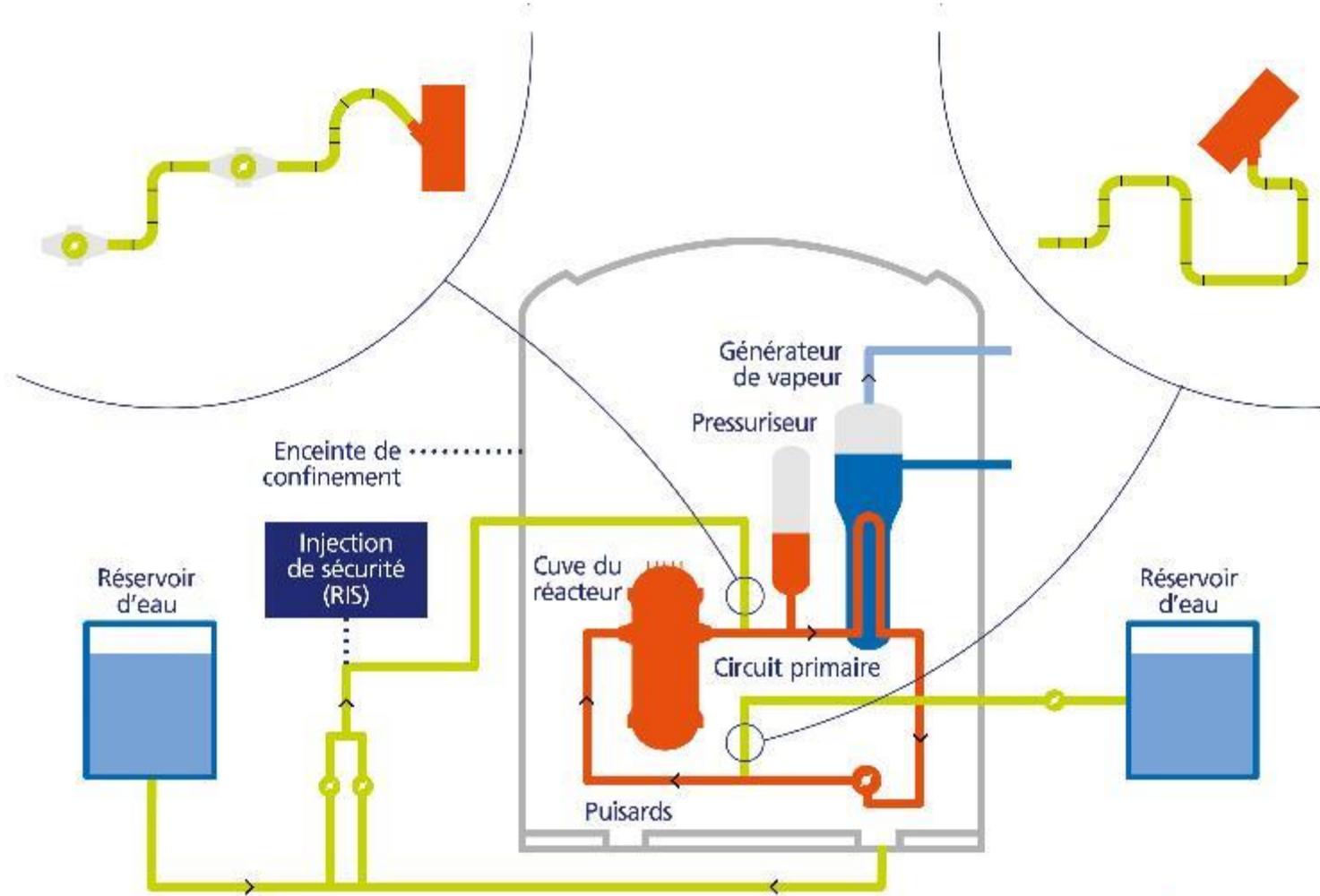
Détection du phénomène lors de contrôles préventifs réalisés lors de la 2^e visite décennale du réacteur 1 de Civaux

Des contrôles sont réalisés sur des tuyauteries associées au circuit primaire. Ils s'inscrivent dans le cadre d'une surveillance importante, au titre de la maintenance préventive.

⇒ zone identifiées à la conception comme susceptibles d'être affectées par des sollicitations thermiques dues à l'exploitation normale des installations

Inclus des contrôles non-destructifs (ultrasons, radiographies) sur le circuit RIS





RIS : réacteur injection sûreté

Circuit de sauvegarde : contribue au refroidissement du réacteur en cas d'accident avec perte d'eau. Pas d'enjeu sûreté avec réacteur à l'arrêt.

4 boucles distinctes, connectées au circuit primaire

Tuyauterie en inox

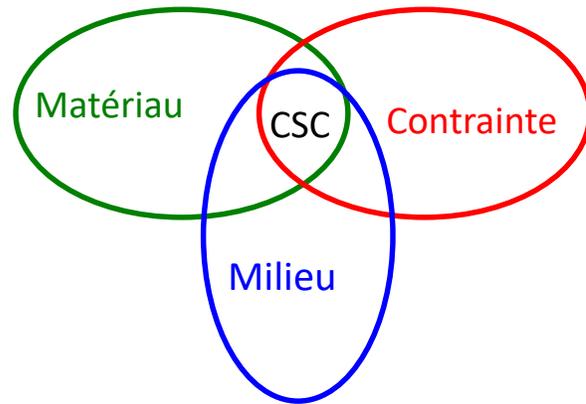
Largeur : 25 à 30 cm

Épaisseur : 2,85 cm

Origine du phénomène

La corrosion sous contrainte se manifeste sous la même forme que la fatigue thermique : défaut en racine de soudure.

Éléments précurseurs de la corrosion sous contrainte : 3 éléments doivent être présents.



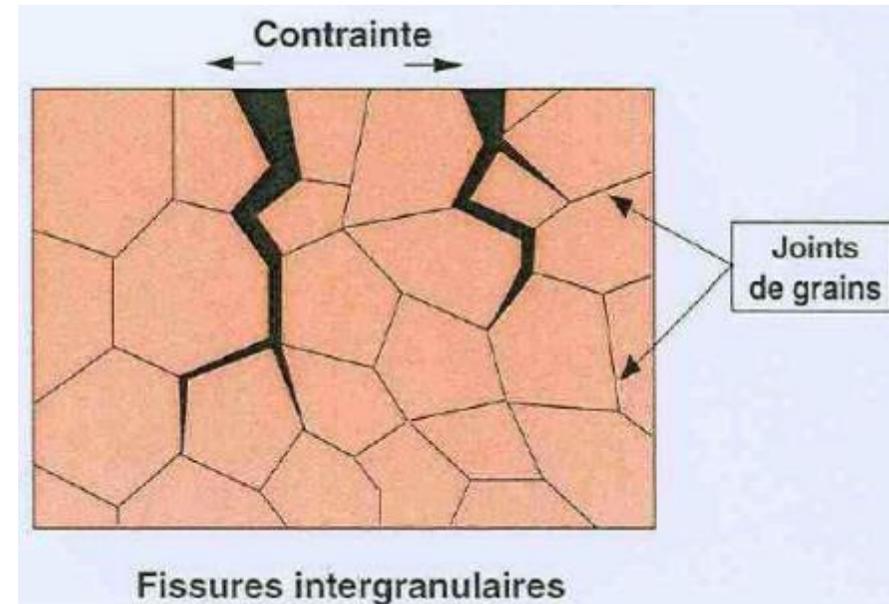
<u>Matériau</u>	<ul style="list-style-type: none">• Sensibilité de l'alliage à la CSC<ul style="list-style-type: none">⇒ Inox réputé non sensible sauf en présence d'écrouissage
<u>Milieu</u>	<ul style="list-style-type: none">• Conditionnement chimique du circuit primaire (pH, présence d'oxygène ou de polluants)• Température<ul style="list-style-type: none">⇒ Chimie propice à la CSC, contrôlée en permanence
<u>Contrainte</u>	<ul style="list-style-type: none">• Efforts à proximité des zones endommagées (chargements mécanique et thermiques)<ul style="list-style-type: none">⇒ Les tuyauteries sont conçues pour être souples (supportage à ressort) et peu contraintes (dimensionnement)

Développement de la CSC (corrosion sous contrainte)

2/ Phase de propagation

- Les microfissures se propagent à travers le matériau
- Leur propagation est perpendiculaire aux efforts subis par la tuyauterie
- Le défaut se propage de l'intérieur vers l'extérieur de la tuyauterie

Echelle de la taille des grains :
⇒ Entre 1 et 10 grains par mm



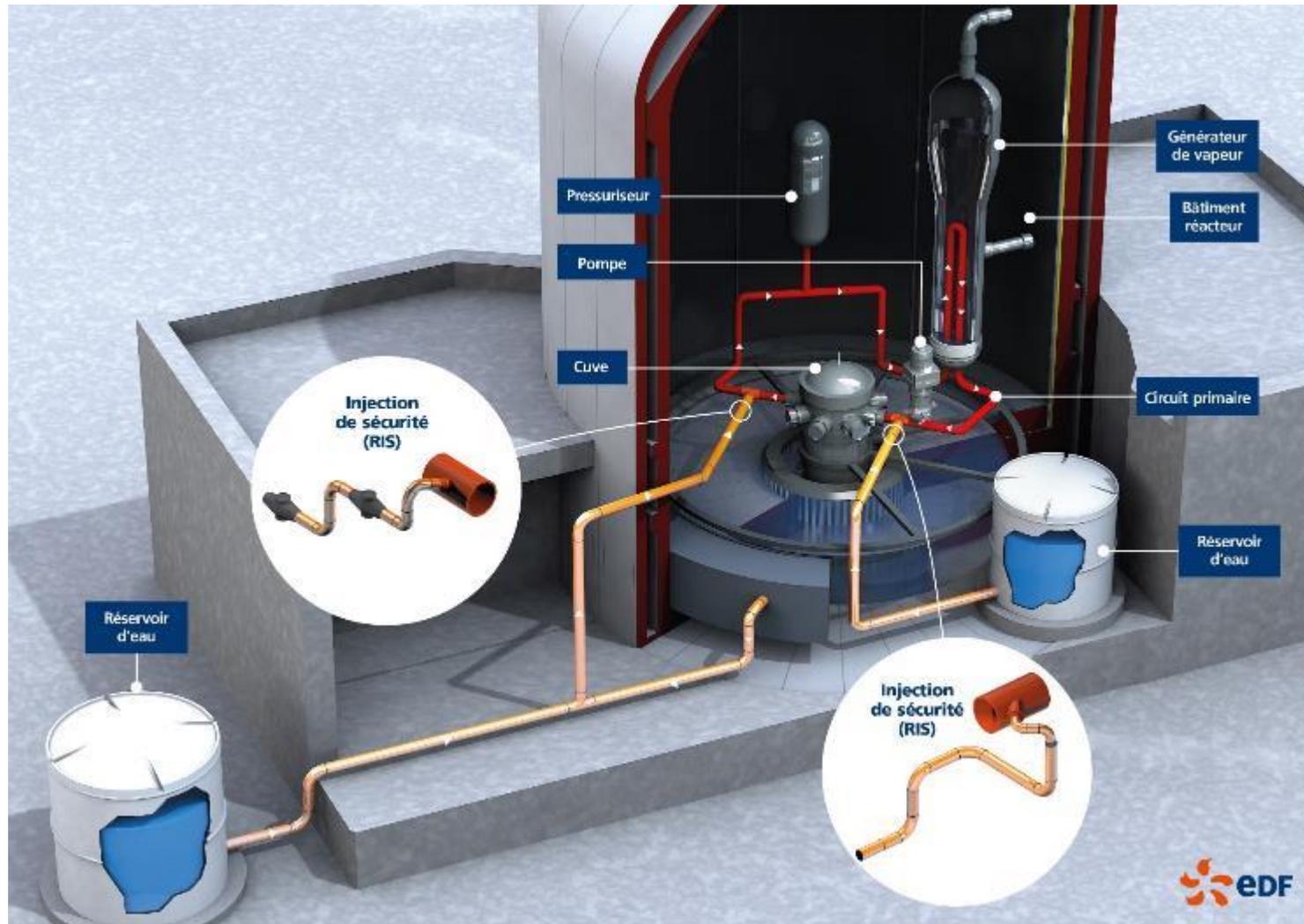
Rappel des faits

- **Civaux 1 : découpe de tronçons** de tuyauteries du circuit RIS envoyés en laboratoire pour expertise
Après analyse, le phénomène de **corrosion sous contrainte** est confirmé
- **Civaux 2** : mise à l'arrêt depuis le 19 novembre, **détection d'indications** par contrôles ultra-sons
- Décision en décembre 2021, **d'étendre le périmètre de contrôle** aux deux autres réacteurs du palier N4 (Chooz 1 et 2) pour **borner le périmètre** de ce défaut, en comprendre l'origine et en maîtriser les mécanismes d'apparition et de propagation.
- Détection du même phénomène sur le réacteur de **Penly 1** lors des contrôles préventifs réalisés sur la 3^{ème} visite décennale. Confirmation de présence de corrosion sous contrainte après expertises réalisées en laboratoire.
- **Un programme de contrôles** sur l'ensemble du parc nucléaire, intégrant les retours d'expériences des expertises réalisées à Civaux, Chooz et Penly est lancé.
- Le 8 février 2022, EDF a indiqué que les calculs réalisés à partir du défaut le plus marqué constaté à date sur une portion de tuyauterie du circuit RIS de Civaux 1 permettent de confirmer sa **confiance sur l'intégrité des circuits. L'aptitude des circuits à remplir leur fonction est assurée.**

L'analyse de 72 fiches de résultats d'examens non destructifs réalisés lors des dernières visites décennales des réacteurs du parc nucléaire et les résultats des dernières expertises en laboratoire, ont conduit à établir la **liste priorisée des réacteurs sur lesquels des contrôles seront repris avec des moyens optimisés** et la prise en compte du retour d'expérience de Civaux et Penly :

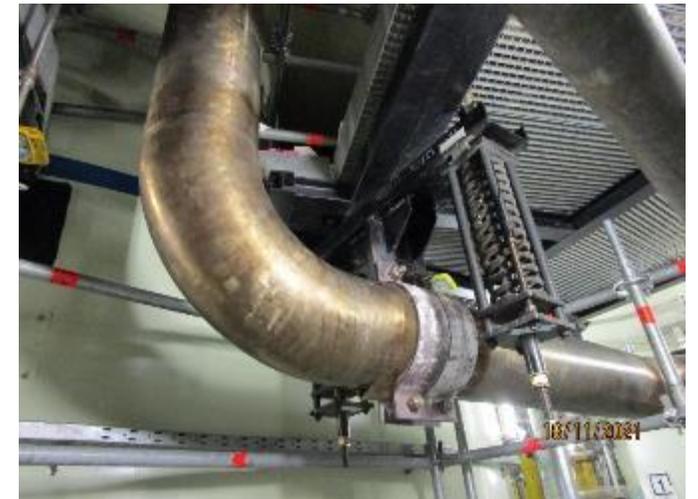
- dans les 3 mois, lors de leurs arrêts programmés : Bugey 3, Flamanville 1 et Flamanville 2
- dans les 3 mois, lors d'un arrêt spécifique : Chinon 3, Cattenom 3 et Bugey 4

Les contrôles réalisés



RIS : 4 boucles distinctes, connectées au circuit primaire

Tuyauterie en inox
Largeur : 25 à 30 cm
Epaisseur : 2,85 cm



Point de situation

La première phase du programme de contrôle intégrant les enseignements issus des expertises réalisées sur Civaux 1 et 2 a été finalisée.

- Les premiers calculs montrent une **absence de risque de rupture** pour toutes les catégories de situations étudiées. Ces calculs permettent de confirmer que **l'aptitude des circuits à remplir leur fonction est assurée. Nous avançons avec méthode, en application du principe de primauté sûreté, de façon à comprendre les phénomènes.**
- L'ensemble des échantillons expertisés ont tous montré une fin de fissure située à la hauteur de la première passe de soudage (dite passe « racine »), soit **quelques millimètres au maximum.**
- Les premières expertises réalisées en laboratoire montrent une **propagation lente du phénomène et une profondeur limitée des fissures, qui varient de 0,75 mm à 5,6 mm au maximum** (à comparer à l'épaisseur des tuyauteries de près de 30 mm).
- Le défaut le plus marqué constaté à ce jour concerne une portion de tuyauterie du **circuit RIS de Civaux 1.**

Traitement du phénomène



1^{er} semestre 2022

Un procédé de contrôle optimisé afin de mieux détecter les défauts résultant d'une corrosion sous contrainte. Développement d'un moyen non destructif d'évaluation de la profondeur des fissures.

Une approche progressive de la situation

- Une approche progressive qui amène EDF à adapter sa stratégie en fonction des analyses et des contrôles effectués. Ces derniers débouchent autant que nécessaire sur des contrôles complémentaires et des réparations des circuits.
- L'Autorité de sûreté nucléaire est régulièrement tenue informée de la situation.
- Des solutions de **remplacement ou de réparation** des portions de tuyauteries affectées par le phénomène sont en cours d'instruction. Elles seront **mises en œuvre au cas par cas**, en fonction des conclusions des contrôles, afin de garantir la sûreté des installations.
- Les potentiels facteurs de corrosion sous contrainte à l'étude :
 - une micro-dureté locale au niveau du métal
 - l'écrouissage des grains constituant le métal
 - le chargement de la zone
 - les techniques de soudage
 - ...



Merci

