

Source : <https://www.sortirdunucleaire.org/France-Generique-Fissures-a-Penly-fissures-ailleurs>

Réseau Sortir du nucléaire > Informez

vous > Des accidents nucléaires partout > **France : Générique : Fissures à Penly, fissures ailleurs ?**

8 mars 2023

France : Générique : Fissures à Penly, fissures ailleurs ?

Corrosion sous contrainte et fatigue thermique : tout est à revoir

C'est une fissure de grande ampleur (et surtout de grande profondeur) qui a balayé toute la stratégie qu'EDF a déployée avec l'aval de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) : découverte début 2023 sur une zone qui selon l'industriel, n'était pas sujette à la corrosion sous contrainte (CSC), sur un quart de la circonférence du tuyau, il ne restait que 4 mm de métal (sur 27mm d'épaisseur). Autant dire que la rupture était proche. Alors oui le circuit est doublé, mais puisque les fissures sont dues tantôt à la géométrie des circuits, tantôt aux interventions qui ont été faites dessus, si une ligne est touchée, sa jumelle peut bien l'être aussi. C'est le refroidissement du réacteur nucléaire qui est mis en jeu en cas de rupture de ce circuit (le circuit d'injection de sécurité dit RIS [1]).

En raison de ce phénomène de CSC découvert à l'automne 2021 sur un des plus récents réacteurs nucléaires d'EDF (Civaux 1), phénomène qui n'était pas censé arriver, l'exploitant avait [officiellement déclaré](#) un "évènement significatif pour la sûreté [2]" en septembre 2022. Classé au tout premier niveau de l'échelle internationale [3], celui-ci ne concernait qu'un périmètre très restreint : 4 réacteurs seulement (Civaux 1, Chooz 1, Penly 1, Cattenom 3). **La fissure découverte début 2023 sur Penly 1 change la donne et propulse au niveau supérieur la gravité de l'évènement.** Les conséquences au plan de la sûreté sont telles que pour Penly 1, ce n'est plus une simple "anomalie" mais un "incident" (niveau 2 de l'échelle). **Une tuyauterie au bord de la rupture, dont la tenue n'était pas garantie, sans que l'exploitant de l'installation n'en ait connaissance, les faits sont graves.** Le périmètre a également été étendu : ce n'est plus seulement 4 réacteurs mais 7 qui sont concernés (Cattenom 3, les 2 réacteurs de Penly, les 2 réacteurs de Chooz, les 2 réacteurs de Civaux).

L'industriel a cru maîtriser la compréhension d'un phénomène qui manifestement lui échappe toujours. Pour EDF, la conception des circuits était le principal facteur initiateur de CSC. Mais puisque la zone fissurée n'était pas censée être sensible au phénomène, il faut bien admettre que là encore,

EDF est allé trop vite en besogne. **Or toute sa stratégie de contrôle du parc nucléaire a été définie sur ce que EDF a cru comprendre. Avec la bénédiction de l'Autorité de sûreté nucléaire.** Tout est donc à revoir. C'est à dire, tous les réacteurs du parc (56). Car [remplacer à l'identique des circuits entiers](#) ne résoudra rien : la géométrie des circuits reste la même (facteur de CSC), les soudures doivent être à chaque fois refaite (facteur de CSC). À part repousser le problème à plus tard, générer de nouveaux déchets et imposer des doses de radiations importantes pour les travailleurs (les zones sont proches du cœur des réacteurs et donc hautement irradiantes).

D'autant qu'il n'y a pas que les contraintes qui peuvent corroder les tuyauteries des circuits. La fatigue thermique aussi. C'est d'ailleurs ce qui a été découvert sur l'autre réacteur de Penly et sur le réacteur 3 de Cattenom. Sur des zones elles aussi "sensibles" à la CSC, mais où ce phénomène de fissuration par fatigue thermique n'était pas non plus attendu. L'ASN attend qu'EDF pousse un peu plus ses investigations.

Ce que nous apprend cette nouvelle découverte, c'est que **fissures de fatigue thermique et fissures de corrosion sous contrainte peuvent se retrouver au même endroit. Les modèles d'EDF sont clairement pris en défaut. Les démonstrations de sûreté le prévoyait-il ? Absolument pas.** La conclusion : ni EDF ni l'Autorité de sûreté ne maîtrisent quoique ce soit. Mais pour autant, les réacteurs nucléaires continuent tous de fonctionner. Sans qu'on ne sache si une tuyauterie quelque part n'est pas sur le point de lâcher [4].

Dans un bref communiqué de presse paru le 16 mars, le "gendarme" indique que **plus de 300 soudures doivent être vérifiées**, sur tous circuits d'injection de sécurité (RIS) et de refroidissement à l'arrêt (RRA) des réacteurs nucléaires. Une priorisation a été définie. Sur quels principes ? On ne sait pas. Mais ce qu'on sait c'est que ça va prendre beaucoup de temps, d'argent, et générer des doses de radiations supplémentaires pour les intervenants qui devront faire ces vérifications. **D'ici la fin de l'année, toutes les soudures n'auront toujours pas été contrôlées. Mais pas question d'arrêter les réacteurs pour autant. Entre sûreté et productivité, l'ASN et EDF ont choisi.**

Ce que dit l'ASN :

- **Fissure de profondeur importante sur le circuit d'injection de sécurité du réacteur 1 de la centrale de Penly** [Mise à jour]

Publié le 08/03/2023

Centrale nucléaire de Penly Réacteurs de 1300 MWe - EDF

Le 6 mars 2023, EDF a transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire une mise à jour de sa déclaration d'évènement significatif pour la sûreté relatif à la présence de fissures par corrosion sous contrainte sur plusieurs de ses réacteurs. Cette mise à jour porte sur le réacteur 3 de la centrale nucléaire de Cattenom et les réacteurs des centrales nucléaires de Civaux, Chooz B et Penly.

Cette mise à jour inclut notamment la détection d'une fissure située à proximité d'une soudure d'une ligne située en branche chaude du système d'injection de sécurité (RIS BC) du réacteur 1 de la centrale de Penly. **La fissure s'étend sur 155 mm, soit environ le quart de la circonférence de la tuyauterie, et sa profondeur maximale est de 23 mm, pour une épaisseur de tuyauterie de 27 mm.**

Cette ligne était considérée par EDF comme non sensible à la fissuration par corrosion sous contrainte en raison notamment de sa géométrie. Toutefois cette soudure a fait l'objet d'une double réparation lors de la construction du réacteur, ce qui est de nature à modifier ses propriétés mécaniques et les contraintes internes du métal au niveau de cette zone.

La présence de cette fissure conduit à ce que la résistance de la tuyauterie ne soit plus démontrée. Toutefois la démonstration de sûreté du réacteur prend en compte la rupture d'une de ces lignes.

[Dans cette mise à jour](#), EDF indique que les contrôles ont également permis de détecter la présence de fissures de fatigue thermique, sur des lignes considérées comme sensibles à la corrosion sous contrainte du circuit d'injection de sécurité (RIS) du réacteur 2 de la centrale nucléaire de Penly [5] et du réacteur 3 de la centrale nucléaire de Cattenom [6]. Les tuyauteries concernées ont été remplacées dans le cadre du programme engagé par EDF sur les lignes du système RIS des réacteurs de type P'4.

Cet évènement n'a pas eu de conséquence sur le personnel ni sur l'environnement. Néanmoins, il affecte la fonction de sûreté liée au refroidissement du réacteur. En raison de ses conséquences potentielles et de l'augmentation de probabilité d'une rupture, l'ASN le classe au niveau 2 de l'échelle INES en ce qui concerne le réacteur 1 de la centrale nucléaire de Penly et au niveau 1 pour les autres réacteurs concernés.

EDF met en œuvre un programme de contrôle sur les soudures réparées des systèmes RIS et RRA. Plus de 150 soudures ont fait l'objet d'expertises en laboratoire et les contrôles se poursuivent, avec un programme de contrôle de l'ensemble des réacteurs à partir de 2023.

L'ASN a demandé à EDF de réviser sa stratégie pour tenir compte de ces nouvelles informations. Elle prendra prochainement position sur cette stratégie révisée.

<https://www.asn.fr/l-asn-controle/actualites-du-controle/installations-nucleaires/avis-d-incident-des-installations-nucleaires/corrosion-sous-contrainte-a-penly-niveau-2-sur-l-echelle-ines>

-* L'ASN précise ses attentes sur la stratégie de contrôle d'EDF face au phénomène de corrosion sous contrainte (CSC)

Publié le 16/03/2023

Communiqué de presse

En décembre 2022, EDF a remis à l'ASN une stratégie de contrôle et de réparation de l'ensemble de ses réacteurs au regard du risque de CSC, pour les années 2023-2025.

Cette stratégie prévoit le remplacement d'ici la fin de l'année 2023 de l'intégralité des tronçons sensibles des lignes considérées comme sensibles à la CSC des réacteurs P'4 [7], à l'exception du réacteur 4 de Cattenom qui fait l'objet d'analyses spécifiques [8]. L'ASN considère que cette approche est appropriée.

Le 10 mars 2023, EDF a transmis à l'ASN une révision de cette stratégie afin de tenir compte de la découverte récente de défauts de grande profondeur sur le réacteur 1 de la centrale nucléaire de Penly. Cette découverte concerne une soudure située sur une ligne jusqu'à présent considérée comme non sensible à la CSC, mais ayant fait l'objet de réparations particulières au moment de la fabrication. La stratégie révisée renforce donc le contrôle des soudures réparées.

320 soudures des lignes RIS et RRA ont été identifiées comme ayant fait l'objet de réparations au moment de la construction des réacteurs. La stratégie révisée permettra d'avoir contrôlé, d'ici fin 2023, plus de 90 % des soudures réparées identifiées comme prioritaires par EDF.

L'ASN prend acte de cette évolution de la stratégie et considère qu'il est de la responsabilité d'EDF de la mettre en œuvre. L'ASN, avec l'appui de l'IRSN, poursuit le dialogue technique avec EDF afin de s'assurer de la pertinence du calendrier envisagé.

L'ASN estime par ailleurs que la découverte d'un défaut de fatigue thermique parmi les grands défauts récemment caractérisés, sur une soudure pour laquelle ce mode de dégradation n'était pas attendu, nécessite des analyses complémentaires.

<https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/corrosion-sous-contrainte-l-asn-precise-ses-attentes-sur-la-strategie-de-controle-d-edf>

Ce que dit EDF :

L'industriel ayant fait le choix de produire un document qu'il est impossible de copier, nous ne pouvons que présenter des captures d'écran de son communiqué. Vous pouvez le télécharger en format PDF bas de page ou aller le consulter directement [ici](#).



ACTUALITE REGLEMENTAIRE

Événement significatif de sûreté (ESS) concernant la détection de corrosion sous contrainte (CSC) sur des portions de tuyauteries de circuits auxiliaires de plusieurs réacteurs nucléaires

Le 16 septembre 2022, EDF a déclaré auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire un événement significatif de sûreté (ESS) générique de niveau 1, pour les réacteurs de Civaux 1, Chooz 1, Penly 1 et Cattenom 3, suite aux résultats des contrôles et expertises réalisés dans le cadre de la stratégie de traitement du phénomène de corrosion sous contrainte sur les circuits auxiliaires. Cette stratégie avait été remise préalablement à l'ASN le 13 juillet 2022. EDF est engagé dans un programme de contrôles et d'expertises, en application de la stratégie globale du dossier CSC. A ce titre, EDF s'est aussi engagé à mettre à jour l'ESS générique au fur et à mesure de l'acquisition de nouveaux éléments relatifs aux réacteurs concernés ou à de nouveaux résultats d'expertises.

Le 06 mars 2023, EDF a mis à jour la déclaration d'ESS générique, tenant compte des derniers résultats de contrôles et expertises réalisés sur le parc. Cette révision intègre en particulier deux défauts dont la hauteur est supérieure au défaut critique calculé sur ces lignes.

Le premier concerne un défaut de corrosion sous contrainte relevé sur une soudure déposée au mois de janvier 2023 sur le circuit d'injection de sécurité « branche chaude »* du réacteur de Penly 1 (voir information réglementaire communiquée sur le site internet de la centrale de Penly le 24 février 2023). La présence de corrosion sous contrainte a été confirmée après un examen approfondi en laboratoire réalisé sur la portion de circuit déposée. Le défaut de corrosion sous contrainte se caractérise par une profondeur importante (23mm) localisée sur une faible portion de la soudure.

Ce défaut singulier a été constaté dans la zone réparée de la soudure et a été vraisemblablement généré par ces opérations ciblées de « double réparation » lors du premier montage des tuyauteries.

Les réparations d'origine réalisées sur cette soudure ont probablement contribué à l'augmentation importante des contraintes résiduelles locales, favorisant l'apparition du défaut de CSC.

Le second défaut mesuré est dû à de la fatigue thermique, il a été détecté sur une soudure du circuit d'injection de sécurité du réacteur n°2 de Penly. La profondeur maximale du défaut mesuré lors de l'expertise métallurgique est de 12mm. Ce phénomène (fatigue thermique) est bien connu et surveillé de longue date au titre des programmes historiques de maintenance préventive. L'analyse des enseignements à tirer sur la localisation de ce défaut spécifique est en cours, comme habituellement sur ces programmes de surveillance.

Les contrôles réalisés sur les 3 autres lignes des circuits d'injection de sécurité des réacteurs de Penly 1 et 2, ont démontré l'absence de défaut.

En situation accidentelle, la fonction de refroidissement des réacteurs aurait été assurée, y compris en postulant la défaillance des circuits sur lesquels ont été découverts les derniers défauts de CSC. Cette situation est en effet couverte à la conception des réacteurs à travers la redondance des circuits nécessaires à la fonction.

A ce stade du programme de contrôles réalisés sur le parc nucléaire, EDF confirme la caractérisation de défauts de corrosion sous contrainte relevés sur des portions de tuyauteries des circuits auxiliaires de 3 autres réacteurs : Civaux 2, Chooz 2 et Penly 2.

Des défauts de fatigues thermiques ont été caractérisés sur les circuits des réacteurs de Cattenom 3 et Penly 2.

EDF a déclaré auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire le 6 mars 2023, une mise à jour de l'événement significatif de sûreté générique de niveau 1, qui a été porté au niveau 2 de l'échelle INES pour le réacteur de Penly 1.

EDF travaille à la révision de sa stratégie de contrôles, afin de tenir compte de ces éléments. Elle sera proposée à l'ASN dans les prochains jours.

**Le circuit d'injection de sécurité d'un réacteur est composé de 4 boucles distinctes permettant de refroidir le réacteur en cas d'arrêt d'urgence. Chaque boucle comprend deux branches, l'une dite « branche chaude » permet d'aspirer l'eau contenue dans le circuit primaire, l'autre dite « branche froide » permet d'injecter de l'eau borée dans le circuit.*

Acteur majeur de la transition énergétique, le groupe EDF est un énergéticien intégré, présent sur l'ensemble des métiers : la production, le transport, la distribution, le négoce, la vente d'énergie et les services énergétiques. Leader des énergies bas carbone dans le monde, le Groupe a développé un mix de production diversifié basé principalement sur l'énergie nucléaire et renouvelable (y compris l'hydraulique) et investi dans de nouvelles technologies pour accompagner la transition énergétique. La raison d'être d'EDF est de construire un avenir énergétique neutre en CO2 conciliant préservation de la planète, bien-être et développement, grâce à l'électricité et à des solutions et services innovants. Le Groupe participe à la fourniture d'énergie et de services à environ 37,9 millions de clients (1), dont 28,7 millions en France (2). Il a réalisé en 2020 un chiffre d'affaires consolidé de 69,0 milliards d'euros. EDF est une entreprise cotée à la Bourse de Paris.

(1) Les clients sont décomptés depuis 2018 par site de livraison : un client peut avoir deux points de livraison : un pour l'électricité et un autre pour le gaz. (2) Y compris E.S. (Électricité de Strasbourg).



Notes

[1] **Le circuit d'injection de sécurité (RIS)** 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. Le but de cette manœuvre est d'étouffer la réaction nucléaire et d'assurer le refroidissement du cœur. <https://www.asn.fr/lexique/R/RIS>

[2] **La sûreté nucléaire** est l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base, ainsi qu'au transport des substances radioactives, prises **en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets**.

<https://www.asn.fr/Lexique/S/Surete-nucleaire>

[3] **INES** : International nuclear and radiological event scale (Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques) - Description et niveaux [ici](#) -

<https://www.asn.fr/Lexique/I/INES>

[4] La "stratégie" mise au point par EDF et cautionnée par l'ASN a servi de base à établir une liste de réacteurs à contrôler en priorité. Plusieurs réacteurs de modèles similaires et donc sensibles à la CSC n'ont pas encore été contrôlés : Belleville 1 et 2, Nogent 1 et 2, Cattenom 2 et Golfech 2. D'autres comme Cattenom 1 ont été contrôlés mais pas entièrement réparés.

[5] Fissure de longueur 57 mm (représentant moins de 10 % de la circonférence) pour une profondeur maximale de 12 mm.

[6] Fissure de longueur de 165 mm (représentant environ le quart de la circonférence) pour une profondeur maximale de 4 mm.

[7] Il s'agit des 12 réacteurs des centrales nucléaires de Belleville, Cattenom, Golfech, Nogent et Penly

[8] Les contrôles réalisés en 2022 sur le réacteur 4 de la centrale de Cattenom n'avaient pas mis

en mis en évidence de corrosion sous contrainte. EDF procédera à des contrôles complémentaires en 2023 afin de déterminer si des travaux de remplacement sont nécessaires.