

Source :

<https://www.sortirdunucleaire.org/France-Generique-Des-assemblages-de-combustibles-endommages>

Réseau Sortir du nucléaire > Informez

vous > Des accidents nucléaires partout > **France : Générique : Des assemblages de combustibles endommagés**

21 juillet 2021

France : Générique : Des assemblages de combustibles endommagés

Plusieurs réacteurs nucléaires français touchés, EDF poursuit les analyses

Dans une discrète note d'information publiée le 13 juillet 2021, EDF annonce que des phénomènes de "corrosion atypique" ont été observés sur le combustible de 3 réacteurs nucléaires français, à Chooz, à Civaux et à Cattenom. L'industriel qui n'explique ni les enjeux ni les raisons de ces dégradations, poursuit ses investigations.

Corrosion atypique des gaines de quelques crayons de certains assemblages annonce l'industriel spécialiste de l'atome le 13 juillet 2021. Mais ne livre pas d'éléments précis quant à l'ampleur du phénomène, ses raisons ou ses conséquences, avérées ou potentielles.

Des "traces blanchâtres" et des "particules de couleur blanche" ont été observées sur des assemblages de combustible d'abord à Chooz (Grand Est), puis à Civaux (Nouvelle Aquitaine) et enfin à Cattenom (Grand Est) nous dit EDF. Ces dégradations seraient dues à une **oxydation, plus importante qu'attendue, de la surface des crayons qui composent les assemblages de combustible**. Et seraient présentes sur des **lots de fabrication de crayons présentant des similitudes**. Sur quels critères ces similitudes ? Ça non plus, EDF ne le dit pas mais poursuit ses investigations. Car si le phénomène est lié aux caractéristiques des gaines des combustibles et à leur fabrication, d'autres réacteurs nucléaires peuvent être concernés.

Quelles conséquences de ces dégradations des assemblages de combustible et de la gaine des crayons ? EDF précise dans son communiqué du 13 juillet avoir réalisé une étude d'impact du phénomène sur la sûreté des réacteurs. Mais ne dit pas un mot sur ses conclusions. Fin juin 2021, [l'Autorité de sûreté nucléaire a informé le média Montel](#) d'une concentration anormale de gaz à Chooz 2 et Cattenom 3, ce qui a permis de repérer les problèmes de corrosion des gaines combustible. Mais l'Autorité a refusé de dire quand cette forte concentration avait été détectée. **On ne sait donc pas depuis quand dure le problème, mais on sait que ces altérations des gaines de combustible peuvent provoquer une augmentation de gaz rares radioactifs dans**

le circuit primaire.

Ce qui n'est pas sans rappeler le [phénomène signalé à Taishan 1](#), sur le réacteur EPR chinois qui a rejeté en juin 2021 des gaz radioactifs rares en raison, là aussi, de dégradations des assemblages de combustibles. Les mêmes peut être ?

Les assemblages de combustible nucléaires sont composés de plusieurs crayons [1], sortes de tubes dans lesquels sont empilées des pastilles de combustible (uranium ou mélange d'uranium et de plutonium). La gaine de ces crayons, leur enveloppe, est la première barrière de confinement [2] de la radioactivité. **Il n'existe que 3 barrières physiques dans les réacteurs nucléaires pour empêcher que les radioéléments ne se dispersent dans l'environnement** : la gaine des crayons de combustible, le circuit primaire [3] et l'enceinte de béton qui entoure le cœur du réacteur. **À Chooz, lorsque des crayons de combustible oxydés ont été retirés des assemblages pour les analyser, ils se sont brisés [4]**. La première barrière de confinement est donc tellement altérée par l'oxydation qu'elle ne résiste plus aux manipulations. **Le risque est donc une contamination de l'eau du circuit primaire par du combustible radioactif et des produits de fission [5] dont certains gaz rares**, qui sont les cendres de la réaction nucléaire, des déchets hautement radioactifs. Ce qui provoque un **contrôle de la réaction nucléaire bien plus difficile** car la réaction n'est plus localisée uniquement dans les crayons mais peut se disséminer dans tout le circuit primaire.

Il a y aussi un risque de générer, par ces ruptures de gaines, ce qu'on appelle des corps migrants, des morceaux détachés du crayon qui sont pris dans le flux très chaud et sous très haute pression du circuit primaire. Ces corps, migrants à grande vitesse dans le circuit primaire, peuvent alors venir endommager d'autres assemblages de combustibles (surtout s'ils sont eux aussi moins résistants car grignotés par la rouille) ou d'autres composants du circuit primaire. Circuit qui rappelons-le sert non seulement à refroidir le combustible et à évacuer la puissance thermique produite dans la cuve, mais qui sert aussi de deuxième barrière de confinement. Une fuite dans ce circuit primaire contaminé par la perte de la première barrière (la gaine des crayons), et **il ne reste plus qu'une seule barrière entre la radioactivité et l'extérieur : une enceinte en béton**. En d'autres termes, un mur, traversé par de multiples tuyaux, des canalisations et munis de nombreuses ouvertures.

Comme le précise [l'article de Montel](#), les réacteurs nucléaires sont pour le moment arrêtés. Et comme l'a précisé EDF dans son communiqué du 1er juin pour Chooz (voir note de bas de page), ces arrêts pourraient être prolongés pour empêcher une aggravation des dégradations déjà observées et une plus importante contamination du circuit primaire. Une source syndicaliste a d'ailleurs [indiqué au média](#) que Chooz 2 ne tournera pas à sa puissance maximale durant les 12 prochains mois après son redémarrage (et produira donc moins d'électricité), pour éviter d'accentuer encore la corrosion des assemblages.

EDF dit être en dialogue technique avec l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), mais celle-ci n'a pas encore communiqué sur les faits qui sont pour le moment considérés certes comme significatifs pour la sûreté [6], mais qui ont été classés par EDF au plus faible niveau de gravité de l'échelle INES [7].

Pour finir, rappelons quelques éléments utiles pour saisir la situation dans sa globalité.

Les assemblages et les crayons de combustible au centre de l'affaire sont fabriqués en France par Framatome, filiale d'EDF. Les pastilles de combustible sont fabriquées par Orano, anciennement Areva, elle aussi étroitement liée à EDF. Les pastilles de combustible MOX ont d'ailleurs été l'objet de défauts de fabrication, certaines ont été trop chargées en plutonium, d'autres n'ayant pas un mélange homogène des matières (avec des paquets de plutonium par ci par là dans les pastilles). Des défauts ont aussi été constatés sur les crayons de combustible, qui de part leur conception, génèrent des phénomènes de remontées du flux neutronique en haut et en bas des crayons, et donc là encore des zones où la réaction nucléaire est plus forte, moins homogène et donc moins contrôlable. Ces "anomalies" des pastilles et des crayons de combustible avaient aussi donné lieu à une déclaration

d'évènement significatif pour la sûreté générique car commune à plusieurs réacteurs ([voir notre article à ce sujet](#)) fin 2019. Les industriels et les autorités avaient annoncé que plusieurs années seraient nécessaires pour repenser la conception des crayons. **Des points qu'EDF s'est bien gardé de mentionner dans son communiqué, alors même que les lots de fabrications des crayons semblent être le point commun à ces phénomènes de "corrosion atypique" qui ronge les crayons au point de provoquer leur rupture.**

Combien de réacteurs sont équipés de ces crayons aux caractéristiques similaires ? Des altérations ont-elles été observées ailleurs qu'à Chooz, Civaux et Cattenom ? Que se passe-t-il exactement ? Quels sont les risques pour les travailleurs ? Y a-t-il des rejets radioactifs dans l'environnement plus importants ? Comme pour la plupart des problèmes génériques dans l'industrie nucléaire, comme pour les pastilles de combustible et les anomalies de fabrication des crayons, il est probable que l'affaire traîne en longueur, voire dure plusieurs années. Et que les informations ne soient distillées qu'au compte-goutte par les autorités.

Ce que dit EDF :

Constat d'un phénomène de corrosion atypique sur les gaines de crayons de combustible de trois réacteurs

Publié le 13/07/2021

Lors de chaque opération de manutention de combustible, notamment lors des chargements et déchargements des réacteurs nucléaires, des contrôles visuels sont réalisés sur chaque assemblage.

En février 2021, l'unité n°2 de la centrale nucléaire de Chooz (palier N4) est mise à l'arrêt pour la réalisation de sa visite partielle. Lors du déchargement du réacteur, des traces blanchâtres localisées sont constatées sur des assemblages et des particules de couleur blanche de quelques millimètres sont recueillies dans les dispositifs anti-débris.

Des analyses et des expertises techniques sont engagées pour définir la nature de ces particules.

A ce stade des investigations réalisées, il apparaît que les particules observées sont la conséquence d'une oxydation, plus importante qu'attendue, de la surface des crayons des assemblages combustible [8].

EDF a réalisé une étude d'impact du phénomène sur la sûreté des réacteurs et étendu ses analyses aux trois autres réacteurs du palier N4 (Chooz 1, Civaux 1 et 2). L'analyse a conduit à identifier un seul autre cas comparable, sur un seul crayon de combustible d'un assemblage du cœur du réacteur de Civaux 2. **Ce crayon provenait du même lot de fabrication que la plupart des assemblages touchés** par le phénomène de corrosion du réacteur de Chooz 2.

Des investigations supplémentaires ont été lancées sur des lots de fabrication d'assemblages présentant des caractéristiques proches de celle du lot de Chooz 2. Le réacteur n°3 de Cattenom (palier 1300 MW) a été identifié comme concerné. L'analyse des inspections visuelles réalisées lors du déchargement du réacteur et une campagne de mesure, ont montré une **corrosion atypique des gaines de quelques crayons de certains assemblages.**

EDF met en œuvre un programme de contrôle et d'analyse, permettant de comprendre les causes du développement de ce phénomène d'oxydation, ainsi que les adaptations éventuelles à apporter aux conditions d'exploitation des réacteurs concernés. Les échanges techniques se poursuivent avec l'Autorité de sûreté nucléaire.

EDF a déclaré le 7 juillet 2021, auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire, un événement significatif de sûreté générique de niveau 0 sur l'échelle INES qui en compte 7, pour les

réacteurs suivants : Chooz 2, Civaux 2, Cattenom 3.

https://www.edf.fr/sites/default/files/ess_gen_niv0_k_juillet2021_0.pdf

Notes

[1] **Le combustible nucléaire** se présente sous la forme d'assemblages constitués d'un faisceau de 264 crayons, liés par une structure rigide constituée de tubes et de grilles. **Chaque crayon est constitué d'un tube de zirconium étanche dans lequel sont empilées les pastilles** d'oxyde d'uranium, constituant le combustible. Les assemblages, chargés les uns à côté des autres dans la cuve du réacteur - il faut 205 assemblages pour un réacteur de 1450 MWe -, constituent le cœur. En fonctionnement, **ces assemblages sont traversés de bas en haut par l'eau primaire** qui s'échauffe à leur contact et emporte cette énergie vers les générateurs de vapeur. <https://www.asn.fr/Lexique/A/Assemblage-combustible>

[2] Dans un réacteur nucléaire à eau sous pression, **les barrières de confinement** sont un ensemble de dispositifs étanches interposés entre les sources de rayonnement (produits de fission présents dans le réacteur) et le milieu extérieur : - la première barrière est la gaine métallique du combustible ; - La deuxième barrière est le circuit primaire (qui comprend la cuve abritant le cœur du réacteur et le circuit de refroidissement) ; - La troisième barrière est l'enceinte de confinement, c'est-à-dire le bâtiment étanche en béton armé à l'intérieur duquel se trouvent le circuit primaire et les générateurs de vapeur. Elle est destinée en cas d'accident à retenir les produits radioactifs qui seraient libérés lors d'une rupture du circuit primaire. <https://www.asn.fr/Lexique/B/Barriere-de-confinement>

[3] **Le circuit primaire** est un circuit fermé, contenant de l'eau sous pression. Cette eau s'échauffe dans la cuve du réacteur au contact des éléments combustibles. Dans les générateurs de vapeur, elle cède la chaleur acquise à l'eau du circuit secondaire pour produire la vapeur destinée à entraîner le groupe turboalternateur. Le circuit primaire permet de refroidir le combustible contenu dans la cuve du réacteur en cédant sa chaleur par l'intermédiaire des générateurs de vapeur lorsqu'il produit de l'électricité ou par l'intermédiaire du circuit de refroidissement à l'arrêt lorsqu'il est en cours de redémarrage après rechargement en combustible. <https://www.asn.fr/Lexique/C/Circuit-primaire>

[4] Actualités de l'unité de production n°2 de la centrale de Chooz

Publiée le 01/06/2021

L'unité de production n°2 de la centrale nucléaire de Chooz est à l'arrêt pour maintenance programmée.

Lors du déchargement du réacteur, nous avons constaté des traces blanchâtres sur certains assemblages de combustible. Le combustible fait l'objet d'un suivi très précis et rigoureux, durant le fonctionnement des réacteurs et à chaque arrêt pour rechargement, où tous les assemblages de chaque réacteur sont systématiquement contrôlés. Des expertises techniques sont en cours pour déterminer la nature et l'origine des traces observées sur quelques assemblages.

Par ailleurs, nous avons réalisé des extractions de crayons combustibles des assemblages, afin de les expertiser. Lors d'une de ces extractions, deux crayons de combustibles se sont rompus, alors qu'ils étaient toujours sous eau. Les opérations d'extraction ont été réalisées sous eau et il n'a été constaté aucune augmentation de la radioactivité dans l'eau de la piscine, ni dans le bâtiment. Il ne s'agit donc pas d'un événement présentant un risque pour la sûreté de l'installation.

Des ruptures de crayons peuvent se produire lors des opérations d'extraction pour expertise. Ce

risque est pris en compte en amont de l'opération, avec une surveillance particulière de la radioactivité dans l'air et dans l'eau, et des dispositions organisationnelles à mettre en œuvre en cas de rupture. Cette organisation a bien fonctionné, il n'y a eu aucun relâchement de radioactivité et aucune conséquence pour les intervenants, ni l'environnement.

La date prévisionnelle de reconnexion de l'unité de production n°2 de Chooz au réseau national d'électricité est le 31 août 2021.

L'arrêt est susceptible d'être prolongé en raison de l'aléa technique en cours de caractérisation

<https://www.edf.fr/edf/actualites-de-l-unite-de-production-ndeg2-de-la-centrale-de-chooz-0>

[5] **Produits de fissions** : Fragments de noyaux lourds produits par la fission nucléaire ou la désintégration radioactive ultérieure des éléments formés selon ce processus. Les produits de fission sont issus de la fission des atomes d'uranium et de plutonium (césium, strontium, iode, xénon...). Radioactifs pour la plupart, ils se transforment d'eux-mêmes en d'autres éléments. Ceux qui ne se désintègrent pas rapidement constituent une part des déchets radioactifs.

<https://www.asn.fr/Lexique/P/Produits-de-fission>

[6] **Événements significatifs** : incidents ou accidents présentant une importance particulière en matière, notamment, de conséquences réelles ou potentielles sur les travailleurs, le public, les patients ou l'environnement. <https://www.asn.fr/Lexique/E/Evenement-significatif>

[7] **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>

[8] Le cœur d'un réacteur nucléaire est composé d'assemblages combustible (193 pour un réacteur de 1300 MW et 205 pour un réacteur N4 de 1450 MW). Chaque assemblage contient 264 crayons, dans lesquels sont empilées les pastilles d'uranium.