

# Compte rendu de la 61<sup>e</sup> réunion plénière du Haut comité du 7 juin 2022

*La séance est ouverte à 9 heures 30, sous la présidence de Christine NOIVILLE.*

## **I. Ouverture de la 61<sup>e</sup> réunion plénière du Haut comité - Informations générales et état des lieux des groupes de travail en cours**

**Cédric VILETTE** rappelle que le groupe de suivi « Concertation sur le projet Cigéo » s'était réuni le 3 février dernier pour présenter les concertations engagées, prévues ou envisagées. La réunion du 22 avril dernier a permis de prendre connaissance de l'avis des personnes sur les concertations envisagées. Compte tenu du planning, la réunion de juillet a été annulée et reportée au 27 septembre 2022.

**Benoit BETTINELLI** explique que le COP-COR (Comité OPérationnel - Comité d'ORientation) poursuit ses travaux sur la participation du public au quatrième réexamen périodique. Le Comité d'orientation a été réactivé pour les réacteurs de 1 300 mégawatts électrique. Ses membres ont été désignés. La première réunion du Comité d'orientation est prévue le 17 juin 2022. Cette première réunion permettra d'établir un bilan de la précédente concertation, d'analyser les décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) à la suite des conclusions de cette concertation dans le cadre de l'enquête publique du réacteur n° 1 de Tricastin, de dresser les orientations et d'élaborer le rétroplanning de la concertation pour les réacteurs de 1 300 mégawatts électrique.

**Christine NOIVILLE** précise que le dernier bureau du Haut comité, qui s'est tenu le 9 mai dernier, a acté le principe d'un rendez-vous régulier sur la question de l'entreposage des combustibles usés. La précédente plénière du 7 mars 2022 a été consacrée à cette question.

**Laurence GAZAGNES** rappelle que le démarrage du premier entreposage de rebuts était prévu en avril. L'autorisation de démarrer cet entreposage a été accordée le 14 avril 2022, à la suite d'une instruction de l'ASN, avec l'appui technique de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Cet entreposage a été mis en service le 30 avril dernier. Son exploitation a démarré normalement. Le dossier de la deuxième extension d'entreposage a été déposé le 30 avril 2022 et l'instruction a débuté. Le besoin reste fixé à la fin d'année 2022. Le calendrier annoncé en mars est respecté.

## **II. Phénomènes de « corrosion sous contrainte » détectés sur des portions de tuyauteries de circuits auxiliaires du circuit primaire principal de plusieurs réacteurs nucléaires d'Électricité de France (EDF)**

### **Présentation de la situation et des actions engagées – EDF / Régis CLÉMENT, Directeur adjoint Division Production nucléaire**

**Régis CLÉMENT** explique que ce dossier est complexe et inédit. Plusieurs types de dégradation en lien avec les mécanismes se produisent dans un réacteur à eau pressurisée. Les principaux mécanismes sont la corrosion localisée, la fatigue, la corrosion sous contrainte et la corrosion érosion.

Des programmes de surveillance et de maintenance en exploitation existent et visent à surveiller les zones concernées. La Corrosion sous contrainte (CSC) est un phénomène connu. Néanmoins, la localisation de ce phénomène sur les circuits est inédite, notamment sur le circuit d'injection de sécurité.

La CSC est un mécanisme qui fait l'objet depuis de nombreuses années de suivi sur les réacteurs. En matière de CSC sur les alliages austénitiques du circuit primaire, trois grands domaines sont nécessaires. La CSC ne correspond pas à un phénomène de fissuration de grande ampleur, mais à une interaction locale, inférieure au micromètre cube, située au niveau des grains d'acier. Les fissures sont donc peu ouvertes.

Les fissures dues à la fatigue thermique sont plutôt ouvertes et géométriquement « propres ». Les méthodes non destructives, telles que les ultrasons, permettent ainsi d'obtenir un écho du faisceau ultrason « propre ». Les phénomènes observés en cas de CSC vont naviguer entre les grains de matière. La géométrie du défaut, qui n'est pas plane, est variable, aléatoire et peu importante.

La CSC est une fissure progressive qui résulte d'une interaction locale entre le matériau, l'environnement et les sollicitations mécaniques à plus grande échelle. L'environnement renvoie aux éléments liés au fluide circulant dans la tuyauterie.

La cause « environnement » n'est pas une cause prépondérante dans le phénomène de CSC, même si elle peut avoir des effets. Le matériau est quant à lui conforme aux spécifications. La cause matériau n'est donc pas une cause prépondérante du phénomène.

Enfin, la troisième cause qui émerge est la sollicitation mécanique qui est générée de manière relativement variable. Au moment de la soudure, la température augmente pour obtenir une fusion. Le métal va ensuite subir une contraction (refroidissement) et ces cycles peuvent amener des contraintes résiduelles. Celles-ci peuvent également provenir de la fabrication des composants eux-mêmes. Un traitement est normalement effectué pour les éliminer. Des contraintes, issues du soudage et du montage, existent également.

Les contraintes appliquées viennent ainsi des cyclages thermiques. Des phénomènes de température vont faire varier la température du fluide dans la ligne et vont appliquer des déformations et des cyclages de contraintes liés à ces légères déformations. La géométrie des lignes possède une influence et constitue un élément clé de compréhension dans la survenue du phénomène.

Une association de ces trois causes est nécessaire (matériau, environnement et une sollicitation mécanique), avec un phénomène prépondérant lié à la géométrie des lignes.

Par ailleurs, les contraintes en service montrent que la géométrie est également un facteur prépondérant. Le soudage génère des contraintes et devient un facteur aggravant sur des lignes plus sensibles. En revanche, les procédés de soudage ne sont pas un facteur discriminant. Les conditions dans lesquelles le soudage est réalisé sont importantes.

Une quarantaine de soudures a été expertisée, et une centaine de plus le seront d'ici fin juin ou début juillet. Ce qui est constaté en matière de dégradation des tuyauteries correspond à ce phénomène. La cause géométrique des lignes semble être centrale. Les autres causes évoquées viennent amplifier le phénomène, notamment le soudage. Ces informations nécessitent une confirmation à chaque expertise réalisée. Une itération successive doit être menée sur ces circuits.

Douze réacteurs sont actuellement à l'arrêt. Des portions de tuyauterie importantes vont être expertisées. Une centaine d'expertises métallurgiques supplémentaires est attendue d'ici fin juin. Ce programme, extrêmement conséquent, est nécessaire pour comprendre ce qui se passe sur chacun des réacteurs.

La totalité de l'épaisseur de la tuyauterie ne peut pas être fissurée avec l'existence d'une zone de compression dans le métal. Le deuxième point concerne l'influence des types de soudure qui ne sont pas un paramètre de premier ordre. En revanche, les procédés automatisés semblent conduire à des fissurations plus importantes.

Aucun polluant n'a été identifié dans les soudures expertisées. La composition des matériaux est conforme aux spécifications.

Un Examen non destructif (END) par faisceau d'ultrasons permet historiquement de vérifier la matière. La CSC ne peut pas être facilement détectée par un END par radiographie. L'END historique, procédé qualifié, permet notamment de suivre la fatigue thermique. Ce procédé doit toutefois être amélioré pour s'approcher des caractéristiques géométriques, le procédé historique ne permettant pas de déterminer la profondeur du phénomène et son expansion.

Le procédé amélioré est en cours de développement depuis plusieurs mois. Un certain nombre d'étapes de qualification devra être passé. Ce procédé permet d'accéder à plusieurs éléments importants tels que la profondeur et la géométrie du défaut, sans détruire la tuyauterie. Ce nouvel END doit être indiscutable. La validation de ce dispositif est un processus long. Les premiers résultats sont encourageants, car cela permet de distinguer les effets de géométrie des artefacts.

L'interprétation d'un END nécessite d'éliminer toutes les sources parasites. La technologie et la qualification des experts se développent. La mise en œuvre industrielle de ce nouveau procédé est en cours. La nouvelle doctrine de maintenance, qui devra être validée et instruite par les services de l'ASN, pourrait faire l'objet d'une mise en œuvre systématique début janvier 2023. L'objectif est d'appliquer cette méthode sur l'ensemble des réacteurs pour faire un contrôle exhaustif sur l'ensemble des circuits concernés.

Ce procédé permet d'enregistrer les signaux à la différence de l'END historique. Les phénomènes des CSC détectés sont de tailles inférieures au défaut maximum admissible. Néanmoins, une confirmation, soudure par soudure, est nécessaire. Des mesures compensatoires préventives sur le fonctionnement des réacteurs sont mises en place depuis le 1<sup>er</sup> avril. Cette approche de ligne de défense consiste à détecter de manière anticipée la survenue d'un défaut ou de réduire les impacts d'exploitation, afin de prévenir la survenue d'un problème ou la sollicitation de ces circuits.

La situation hypothétique d'une rupture a été calculée pour s'assurer de la capacité de mener le réacteur en état sûr. La rupture de deux des quatre lignes de sécurité, notamment pour les réacteurs de 1 300 mégawatts électrique, ne remet pas en cause la conduite de l'événement.

Le dossier relatif aux réparations est en cours d'instruction. Sur certains réacteurs, les lignes complètes d'injection de sécurité ont été retirées, ce qui nécessite la refabrication des lignes complètes. Cette phase de refabrication n'a pas encore débuté en attendant l'instruction par les services de l'ASN. Des dossiers reprenant les spécifications du soudage et les procédés de soudage d'origine ont été présentés. La fabrication se fera à l'identique. La mise en œuvre devra être contrôlée. La reconstruction se fera avec les mêmes procédés, mais en « monitorant » de manière différente. Ce procédé permet de rester dans des dispositions de soudage et de reconstruction qualifiées. Les procédés seront par la suite amenés à évoluer par une approche méthodique et une instruction. La nature des procédés ne pose pas problème actuellement, à la différence de la qualité de la mise en œuvre qui fera l'objet d'un « monitoring » poussé (surveillance accrue).

Les approvisionnements en tubes et coudes ne posent pas de difficulté. L'entreprise se fournit auprès de deux aciéristes italiens. Les premières pièces sont en cours de livraison. Quatre grands titulaires élaborent les dossiers et EDF les contrôle et les vérifie. Ces dossiers sont ensuite soumis pour instruction aux services de l'ASN. L'entreprise est encore dans cette phase pour des coudes élémentaires ou des morceaux de lignes complètes. Les soudeurs sont, quant à eux, en phase de formation et d'entraînement.

**Dominique LEGLU** demande des précisions sur la taille des tuyauteries.

**Régis CLÉMENT** explique que ces tuyaux mesurent 30 centimètres de diamètre, pour un peu moins de trois centimètres d'épaisseur. Les défauts constatés sont de l'ordre du millimètre ou de quelques millimètres. Ces tuyaux mesurent plusieurs mètres de longueur. Par ailleurs, la CSC n'apparaît pas sur les tuyaux exposés à des températures inférieures à 100 degrés.

**Roberto MIGUEZ** demande si les 12 réacteurs sont concernés par ce problème.

**Régis CLÉMENT** précise que des réacteurs sont en maintenance pour rechargement. Un certain nombre de ces réacteurs fait l'objet de traitements liés à la CSC. D'autres réacteurs ont été arrêtés par anticipation afin de refaire des contrôles. Dans le cadre des contrôles passés, un certain nombre de suivis de soudures a fait l'objet de fiche de suivi d'indication. Un acte d'interprétation du résultat a été effectué. L'ensemble de ces résultats a été analysé.

### **Expertises en cours à l'IRSN – IRSN / Karine HERVIOU, Directrice générale adjointe chargée du pôle sûreté des installations et des systèmes nucléaires**

**Karine HERVIOU** explique que la problématique se situe sur le circuit d'injection de sécurité des réacteurs. Le circuit est dédié à l'alimentation en eau en situation accidentelle. Si une brèche apparaît sur le circuit principal de refroidissement, ce circuit d'injection de sécurité permet de compenser l'eau perdue à la brèche et donc d'assurer le refroidissement du cœur et l'évacuation de la puissance dans cette zone du réacteur.

Des fissures et des risques de rupture sur ce circuit constituent des éléments particulièrement problématiques. Néanmoins, ce système est doublé. La rupture franche d'une tuyauterie de ce circuit d'injection de sécurité est prise en compte dans les règles conventionnelles de la démonstration de sûreté. Les soudures incriminées se situent sur la ligne d'injection branche froide vers le circuit primaire, en aval du premier organe d'isolement.

Les aciers inoxydables austénitiques qui constituent une grande majorité des pièces du circuit primaire principal et des auxiliaires sont donc concernés. Le phénomène se retrouve dans les tuyauteries, les internes de cuve et la visserie. Ce phénomène connu est relativement répandu dans l'industrie conventionnelle, mais reste rare pour les réacteurs à eau sous pression.

Les fissures apparaissent après une période d'incubation durant laquelle elles ne sont pas détectables. Ces fissures vont se propager lentement, et s'accélérer par la suite, à environ un millimètre par an. Néanmoins, des incertitudes existent sur leur cinétique d'évolution.

Peu de cas ont été rencontrés à l'international sur les réacteurs à eau sous pression, compte tenu des règles de conception, de fabrication et d'exploitation mises en œuvre. Quelques cas de corrosion sont recensés, mais le nombre reste faible au regard du nombre de composants, de réacteurs et d'années de fonctionnement. Néanmoins, le nombre de soudures inspectées est relativement faible.

En outre, le phénomène n'est pas forcément associé à un âge et à une durée de fonctionnement des installations.

Un cas au Japon est relativement similaire. EDF a déjà réalisé des travaux sur le sujet dans le cadre des réflexions sur le vieillissement.

L'END par ultrason est privilégié pour le suivi en service, notamment quand les tuyauteries sont remplies d'eau. L'amorçage des fissures par CSC est particulièrement difficile en laboratoire. Dédire des critères d'ingénierie précis qui permettraient d'identifier des zones à risque est un procédé complexe.

Le procédé historique a été développé pour détecter des fissures liées à la fatigue thermique. Ces fissures sont rectilignes, donc plus simples à détecter.

Un certain nombre d'expertises est en cours. Un premier avis<sup>1</sup> a été rendu sur les procédés d'examen ultrasonore optimisés mis en place par EDF à la suite de la détection de la corrosion sous contrainte sur le réacteur n° 1 de Civaux. Ce procédé n'est plus utilisé, car EDF a changé sa stratégie de contrôle et procède à des coupes plus systématiques. Les expertises en cours vont prochainement conduire à des avis, et intègrent la justification de la tenue mécanique des zones concernées. Cet avis devrait être disponible d'ici à fin juin ou début juillet. Une analyse existe également concernant les dispositions compensatoires en matière de détection anticipée de fuite par l'utilisation des détecteurs incendie, afin de détecter rapidement une émission de vapeur. Des études sont aussi menées sur les conséquences d'une ou plusieurs ruptures de lignes injections. Cet avis est attendu pour cet été.

Une rupture ne pose pas de difficulté. EDF a fait des études montrant que les critères de refroidissement du combustible étaient respectés avec deux ruptures, en prenant des hypothèses réalistes. L'IRSN, qui a procédé à des contre-calculs, tend également vers cette conclusion. L'avis est attendu à l'été.

Par ailleurs, les investigations se poursuivent à la fois sur l'analyse du retour d'expérience qui interpelle sur certains points et sur la compréhension des phénomènes, notamment les causes et les paramètres influents. La cinétique de propagation des fissures, si elles se propagent, est également analysée. Ce point est fondamental pour se positionner sur les stratégies de contrôle à mettre en avant.

---

<sup>1</sup> Avis IRSN n° 2022-00066 du 1<sup>er</sup> avril 2022 : Corrosion sous contrainte des tuyauteries auxiliaires du circuit primaire - Analyse des procédés d'examen ultrasonore « optimisés ».

Les données d'EDF restent à expertiser. Ce phénomène est probablement multifactoriel et particulièrement complexe.

### **Point de vue de l'ASN / Julien COLLET, Directeur général adjoint**

**Julien COLLET** explique que cet événement est sérieux et inédit. Ce phénomène n'était pas prévu, et affecte un grand nombre de réacteurs au moment de sa découverte. Cet événement est probablement l'un des plus génériques ayant concerné le parc EDF et marquera certainement son histoire. Il n'existe pas réellement d'équivalent connu dans le monde.

Les enjeux industriels sont particulièrement importants. Les investigations sur ce sujet sont complexes et nécessitent de découper des portions de réacteurs avec des travaux réalisés dans des conditions de radioprotection nécessitant d'importantes ressources.

Les enjeux industriels sont également importants en matière de production électrique, et sur les chantiers eux-mêmes. Les chantiers de contrôle, de réparation et de reconstruction des circuits vont mobiliser des ressources particulièrement importantes et vont prendre du temps. La phase d'analyse et de compréhension aura duré entre six et neuf mois. La phase de contrôle de l'ensemble des réacteurs du parc prendra un certain temps. Ces contrôles doivent être réalisés en phase d'arrêt. Le programme de réparation devra être mis en œuvre. En outre, une seconde investigation sera probablement nécessaire sur certains réacteurs. Ce sujet nécessitera plusieurs années.

EDF a pleinement assumé ses responsabilités, en procédant rapidement à l'arrêt des réacteurs concernés, et en proposant un programme d'investigation de grande ampleur nécessitant des moyens particulièrement importants.

EDF est actuellement dans une phase d'analyse de ce phénomène multifactoriel dont les causes ne sont pas simples à appréhender. La compréhension du phénomène et des enjeux de sûreté associés a néanmoins nettement progressé ces derniers mois. EDF a pu apporter un certain nombre de résultats préliminaires relativement positifs, notamment concernant la propagation limitée de la fissuration dans le métal, les marges mécaniques correspondantes et les analyses de sûreté en cas de rupture de tuyauterie. En outre, le palier de 900 mégawatts électrique ne serait pas concerné par le phénomène. Ces résultats préliminaires positifs doivent encore être confirmés ou approfondis.

Un grand nombre de travaux a été lancé pour comprendre le phénomène, avec des analyses mécaniques ou encore des essais sur maquette. Un regroupement avec les contrôles *in situ* est nécessaire. Les contrôles sont difficiles à réaliser. EDF a pu mener des investigations sur un nombre extrêmement limité de réacteurs depuis le début de l'année. Cela a permis au Groupe de formuler un certain nombre d'hypothèses qui devront être vérifiées *in situ* sur un nombre plus important de réacteurs. Ce travail est en cours sur 12 réacteurs. Les résultats sont attendus pour fin juin ou début juillet, et marqueront une étape importante dans ce dossier.

L'ASN sera également attentive à la stratégie de contrôle qui sera mise en place par la suite. Cette stratégie est essentiellement basée sur un nouveau procédé de contrôle non destructif, avec des enjeux liés au calendrier de sa disponibilité et à la capacité d'EDF à former de nouvelles équipes pour l'utiliser. Des échanges techniques auront lieu pour définir les critères de défaut et les performances du dispositif qu'EDF sera en mesure de garantir. Ces sujets feront l'objet de travaux au cours du second semestre 2022. La stratégie de contrôle devra également définir les zones à contrôler (réacteurs, circuits, soudures...) et à quel moment.

La procédure à mettre en place à la suite de la découverte d'un défaut devra également être clairement établie. La planification et le logigramme décisionnel associé à ces contrôles devront être élaborés. L'ASN attend également des précisions sur la complétude de l'analyse.

Face à ce sujet de grande ampleur, l'ASN a mis en place un dispositif de contrôle et de suivi cohérent. Ce sujet fait l'objet d'un grand nombre d'échanges avec l'exploitant. Un point de suivi hebdomadaire est organisé avec les équipes d'EDF pour suivre les dernières évolutions, notamment les résultats des contrôles les plus récents sur les réacteurs.

Depuis la détection de ce phénomène, l'ASN a écrit un certain nombre de courriers formulant des demandes explicites auprès d'EDF. Par ailleurs, un programme d'inspection d'ampleur a été élaboré sur les services centraux et sur les interventions réalisées sur le terrain. Ce programme concerne essentiellement les chantiers de contrôle et de découpe des tuyauteries ainsi que les dispositions de conduite mises en place par EDF pour pouvoir détecter le plus rapidement possible une potentielle fuite. Dix-neuf inspections ont déjà eu lieu depuis fin 2021.

L'ASN formule des attentes en matière de maîtrise de la radioprotection, ainsi que de surveillance d'EDF sur ces prestataires. Ces chantiers ont été programmés et les résultats sont attendus rapidement. Un manque de rigueur a été observé sur un certain nombre d'opérations, et notamment un chantier qui a été arrêté à la suite de l'inspection de l'ASN à Penly. De multiples écarts ont été constatés notamment en matière de connaissance des intervenants, de surveillance faite par EDF et de radioprotection. Les situations des sites sont hétérogènes. Ces éléments feront l'objet d'une attention particulière sur les chantiers de réparation et de reconstruction des sites.

Concernant les dispositions de conduite (dispositions particulières en salle de commande), les inspections constatent globalement une appropriation satisfaisante et une bonne connaissance des règles par les équipes.

En matière d'information du public, le sujet a suscité un fort intérêt national dans le contexte énergétique actuel, mais également à l'étranger, de la part de gouvernements voisins, notamment en Allemagne et au Luxembourg, ainsi que des homologues de l'ASN. Le sujet a été présenté à plusieurs reprises à l'ensemble de ces acteurs.

Enfin, l'ASN a créé sur son site internet une rubrique dédiée au sujet de la corrosion<sup>2</sup> sous contrainte. Cette rubrique rassemble l'ensemble des courriers produits par l'ASN. Une mise à jour est effectuée régulièrement.

**Jean-Claude DELALONDE** s'enquiert de la taille des fissures, en longueur et en profondeur.

**Régis CLÉMENT** répond que les fissures mesurent quelques millimètres de profondeur et peuvent s'étendre sur tout le tour du tuyau concerné (certains cas sur Civaux). La fissure peut donc s'étendre sur quelques millimètres, voire sur plusieurs centimètres.

**Jean-Claude DELALONDE** souhaite qu'un webinaire soit organisé sous l'autorité du Haut comité, éventuellement en septembre, afin de présenter l'ensemble de ces travaux aux différents acteurs du secteur. Ce phénomène a fait naître de grandes inquiétudes.

**Christine NOIVILLE** prend note de cette demande.

---

<sup>2</sup> <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/phenomene-de-corrosion-sous-contrainte-detec-te-sur-certains-reacteurs>.

**Natalia POUZYREFF** souhaite savoir si une date est déjà fixée pour la remise en route des 12 réacteurs arrêtés.

**Régis CLÉMENT** explique que le redémarrage des réacteurs se fera entre la rentrée de septembre et la fin de l'année. Certains réacteurs demanderont peut-être un peu plus de temps.

**Patrick BIANCHI** demande pour quelle raison précise ces 12 réacteurs ont été arrêtés.

**Julien COLLET** explique que le phénomène a été détecté à l'occasion d'un contrôle lié à la fatigue thermique sur Penly et Civaux.

**Régis CLÉMENT** ajoute que les 12 réacteurs ont été arrêtés à la suite d'une nouvelle analyse des résultats passés, à la lumière des connaissances récentes.

**David BOILLEY** demande si l'IRSN a accès aux morceaux de tuyaux découpés par EDF.

**Karine HERVIOU** explique que des échanges ont eu lieu avec les experts *in situ* en laboratoire. L'IRSN n'a pas demandé à avoir accès à ces tuyaux.

### **III. EPR (*European pressurized reactor*, Réacteur à eau pressurisée) : Point d'information sur la situation en France et à l'international**

#### **Interventions de Nicolas FÉVRIER, Laurent BELOEIL, Emmanuelle POLI – EDF**

**Nicolas FÉVRIER** explique que le réacteur n° 3 de Flamanville est entré dans une phase de préparation de l'ensemble de l'installation aux essais de requalification. Le chargement du combustible est désormais positionné sur le second trimestre 2023. Cette dernière phase s'inscrit après un certain nombre de séquences importantes, notamment celle qui a conduit à reprendre les soudures du circuit secondaire principal, avec la décision prise au mois de juin 2019, et le début des réparations en août 2020. Les réparations des soudures se poursuivent. La requalification de l'ensemble est prévue pour début 2023. Le chargement du combustible devrait se faire au second trimestre 2023, pour une mise en service fin 2023.

Les réparations des soudures du circuit secondaire principal concernent des soudures de traversée. Il y a huit soudures sur les lignes vapeur (VVP), et quatre sur les lignes en eau (ARE). La qualité obtenue à l'issue de ces réparations est jugée satisfaisante. Un traitement thermique de détensionnement doit encore être effectué sur ces soudures.

Plus récemment sur le réacteur n° 3 de Flamanville, les soudures « *Set-In* », situées sur le Circuit primaire principal (CPP), ont fait l'objet d'une étude. Ces soudures ont été réalisées avec une terminologie particulière (en forme de selle à cheval). La conception de ces soudures a évolué (soudure un peu plus étendue) afin d'améliorer la contrôlabilité. Ce faisant, la taille de la brèche potentielle a été augmentée. Or, une telle taille de brèche ne serait pas couverte par les études de sûreté. Un dispositif est actuellement instruit avec l'IRSN et l'ASN. Des colliers de maintien vont venir envelopper ces soudures, afin de limiter le débattement et l'aire de brèche en cas de problème. L'instruction se poursuit à ce sujet. Les dispositifs sont en phase de fabrication pour être mis en œuvre dès l'obtention de l'instruction.

Un premier élément de retour d'expérience vient du réacteur n° 3 de la centrale Olkiluoto en Finlande. Une soupape du pressuriseur a été découverte lors d'un essai périodique, avec la rupture d'un piston

de ce pilote. À l'issue des analyses réalisées, un phénomène de corrosion sous contrainte a été mis en lumière. Ce phénomène a affecté ce piston de pilote et a conduit à sa dégradation.

Sur le réacteur n° 3 de Flamanville, un examen de ces pistons de pilote a été effectué, et des traces de piqûres ont été découvertes, ainsi que localement des débuts de fissuration sur ce même composant. À l'issue de l'instruction d'EDF, une modification de la matière de ces soupapes a été proposée, afin de les réaliser dans un matériau insensible à ce phénomène de corrosion, avec une mise en conformité de ces soupapes prévues au troisième trimestre 2022. Le travail et l'instruction se poursuivent avec l'IRSN.

L'autre élément de retour d'expérience concerne la ligne d'expansion du pressuriseur. Un phénomène de vibration de la ligne reliant le pressuriseur au circuit primaire principal a été détecté. Sur le réacteur n° 3 de la centrale d'Olkiluoto, lors des essais en 2018, est apparu un niveau de vibratoire élevé, plus important qu'attendu. Pour autant, le phénomène demeurait inférieur au seuil maximum admissible. À l'issue des relevés, le concepteur Framatome a proposé une modification consistant à introduire un absorbeur de vibration. Ce dispositif est positionné autour de cette ligne d'expansion du pressuriseur permettant d'atténuer les vibrations, et de modifier également les caractéristiques fréquentielles de ce circuit aux différentes sollicitations. Ce dispositif a permis de réduire le niveau de vibration sur cette ligne d'expansion.

Le site du réacteur n° 3 de Flamanville n'est plus un chantier. Cette installation est désormais dans un état de finition au meilleur niveau des standards internationaux. 90 % des bâtiments ont été transférés à l'exploitant. Le bâtiment combustible a été transféré à l'exploitant dès l'arrivée du combustible. L'ensemble du combustible a été réceptionné le 24 juin 2021. Le niveau d'avancement atteint 95 % pour les calfeutrements, les charpentes ou encore la peinture. Quelques travaux d'enrubannage doivent encore être menés.

Le chargement du combustible se prépare pour le réacteur n° 3 de Flamanville, ainsi que la mise en exploitation de ces réacteurs. L'ensemble des domaines importants restant à sécuriser a été organisé. La démarche a été structurée en projet. L'objectif est d'être prêt pour le chargement combustible au cours du second semestre 2023. Plus de 3 000 personnes continuent à œuvrer sur le site du réacteur n° 3 de Flamanville pour finaliser l'installation. En outre, 450 personnes des équipes de l'exploitant sont d'ores et déjà sur le site de Flamanville.

À l'issue de l'instruction qui avait été réalisée avec l'ASN au sujet du couvercle de cuves, la décision a été prise de procéder au remplacement du couvercle, sans pour autant conditionner le démarrage à ce remplacement. Le couvercle est en cours de fabrication. La mise en service se fera avec le couvercle actuel.

Les données chiffrées relatives aux réacteurs de Taishan appartiennent à la société TNPJVC (*Taishan nuclear power joint venture company limited*). EDF n'est pas autorisée à communiquer les valeurs chiffrées. Les données numériques précises relatives à Taishan et à Olkiluoto ne lui appartiennent pas. Pour autant, EDF a signé des accords lui permettant de tirer les enseignements de ces premiers cycles et de les partager avec l'ASN et l'IRSN, et d'en tirer tous les enseignements au bénéfice du réacteur n° 3 de Flamanville.

Il existe six réacteurs EPR : les deux réacteurs de Taishan (Chine), le réacteur d'Olkiluoto (Finlande) et le réacteur n° 3 de Flamanville. Deux réacteurs sont également en construction sur le site d'Hinkley Point (Royaume-Uni).

**Emmanuelle POLI** rappelle que le tout premier réacteur EPR qui a démarré était le réacteur n° 1 de Taishan en juin 2018. Son premier cycle de fonctionnement a duré jusqu'en juin 2020. Lors du premier cycle de fonctionnement, les essais de démarrage doivent être réalisés sur une période relativement longue (environ six mois pour le réacteur n° 1 de Taishan). Le réacteur est ensuite entré dans une phase d'arrêt durant laquelle une partie des assemblages combustibles est renouvelée. Cet arrêt a eu lieu entre juin 2020 et septembre 2020. Le réacteur n° 1 de Taishan a entamé ensuite son cycle 2, jusqu'au 31 juillet 2021, date à laquelle l'exploitant chinois TNPJVC a décidé d'arrêter le réacteur. Le réacteur n° 2 de Taishan a démarré environ une année après le démarrage du réacteur n° 1. Son premier cycle s'est déroulé entre mai 2019 et avril 2021. Un premier arrêt est intervenu et le cycle 2, toujours en cours, a redémarré en juin 2021.

Le réacteur finlandais n° 3 d'Olkiluoto a démarré fin 2021. Le réacteur est toujours dans sa phase d'essais de démarrage. La date de démarrage du réacteur n° 3 de Flamanville est prévue le 31 juillet 2023. Enfin, le réacteur anglais n° 1 d'Hinkley Point doit démarrer mi-2027. Le lancement de l'EPR 2 se situe à environ 2035.

Le réacteur EPR comporte 241 assemblages combustibles. Chacun comporte 265 crayons combustibles. Les assemblages sont formés d'embouts, inférieurs et supérieurs, et les faisceaux de ces 265 crayons sont maintenus dans un squelette formé de grilles sur toute la longueur de l'assemblage mesurant à peu près quatre mètres. La gaine du crayon constitue la première barrière de confinement dans laquelle se trouvent les pastilles d'uranium. Les crayons sont dans les assemblages qui se trouvent dans la cuve du réacteur. La cuve et les autres composants du circuit primaire constituent la deuxième barrière de confinement. Enfin, le bâtiment réacteur constitue la troisième barrière de confinement.

Lorsque la première barrière n'est pas intègre, tous les gaz issus de fission peuvent se répartir dans le circuit primaire. Cette activité est surveillée et l'intégrité de la première barrière est encadrée par les spécifications techniques d'exploitation.

Un mois après le redémarrage du réacteur n° 1 de Taishan (deuxième cycle) en septembre 2020, de l'activité en augmentation a été détectée dans le circuit primaire. Le réacteur est toujours resté dans le cadre des spécifications radiochimiques d'exploitation, ce qui permet de garantir la sûreté. Néanmoins, le 31 juillet 2021, l'exploitant chinois TNPJVC a décidé d'arrêter ce cycle 2, en mettant en place un large programme d'inspection de combustible.

Les assemblages étanches durant le cycle 2 étaient localisés dans des positions périphériques au cycle 1. La présence de morceaux de ressort a également été constatée. Une fois que les assemblages ont été identifiés, les crayons inétanches sont recherchés et extraits. Les défauts sont situés dans la partie basse du crayon, avec une signature de dépôt, c'est-à-dire une image du dépôt qui est typique de l'usure par vibration de la gaine du crayon sur des ressorts rompus. Ces ressorts servent à maintenir les crayons dans la grille. La corrosion sous contrainte peut produire des fissures ou des ruptures. Lorsqu'une rupture se produit, soit le brin se déplace et vient user la gaine, soit il est rompu à deux endroits et s'échappe, avec un risque de percer la gaine. Ce problème de rupture est donc causé par la corrosion sous contrainte des ressorts de grille, avec un effet de relaxation (par irradiation) insuffisant.

Regagner des marges est nécessaire pour éviter ces phénomènes. Un traitement thermique au moment de la fabrication des ressorts permet de diminuer le phénomène de corrosion sous contrainte. Cette solution est déjà engagée pour le parc depuis fin 2019. En outre, dans l'objectif de supprimer complètement la problématique, ces grilles avec ressorts ont été remplacées de manière progressive par la conception différente HMP (*High mechanical performance*).

**Laurent BELOEIL** explique que cette problématique de sûreté d'étanchéité des gaines a conduit à arrêter le réacteur n° 1 de Taishan au cours son cycle 2. Cet arrêt a permis des inspections approfondies du combustible. Une usure inhabituelle des grilles a été détectée à l'occasion de ces inspections.

À l'intérieur de la cuve, l'eau primaire rentre par une branche froide, puis descend dans la partie annulaire et se retrouve sous le cœur dans le plénum inférieur. L'eau pénètre ensuite dans les assemblages et part, réchauffée, vers la branche chaude. Les assemblages sont limités radialement par une pièce métallique. Les assemblages sont ensuite positionnés au sein de cette grande pièce métallique et forment la pièce mécanique avec 241 assemblages.

Sur le réacteur n° 1 de Taishan, une usure particulière des grilles a été détectée sur les assemblages à l'extrémité des médianes. Le contact entre une grille et le réflecteur est normal en exploitation. En revanche, ce type d'usure n'est pas normal. Cette usure est due à une structuration particulière de l'écoulement.

Dans le plénum inférieur, les débits par assemblage ne sont pas typiques aux observations sur le parc. La forme du plénum inférieur laisse se développer une structuration particulière des écoulements, engendrant une cohérence spatiale. Cette structuration particulière de l'écoulement crée des forces de variation des espaces interassemblages (mouvements de l'ordre du millimètre). Cela conduit à exercer une force de plaquage, insuffisante pour bloquer, mais suffisante pour amener au contact. Ce phénomène ne constitue pas une problématique de sûreté en premier cycle sur un assemblage neuf. En revanche, cela pourrait poser problème sur un fonctionnement sur trois ou quatre cycles de l'assemblage. Afin de redonner des marges vis-à-vis de ce phénomène sur le réacteur n° 3 de Flamanville, il est proposé de positionner uniquement les assemblages neufs aux emplacements exposés (quatre positions sur 241), tout en introduisant progressivement des modifications de la conception des assemblages pour augmenter leur raideur latérale.

Par ailleurs, l'EPR est doté de deux systèmes qui suivent en permanence la distribution de puissance dans le cœur. Les détecteurs de neutrons externes au cœur sont également présents sur les réacteurs du parc. Des détecteurs internes sont également présents en permanence dans le réacteur (les collectrons), ce qui constitue une innovation. Les Chambres de niveau de puissance (CNP) mesurent la distribution interne de puissance (variations temporelles des signaux). Les fluctuations sont plus importantes que celles constatées sur le parc et traduisent de légères oscillations de la distribution de puissance. Ces variations sont sans conséquence sur le combustible, mais ont des conséquences pour l'exploitation (réduction des marges d'exploitation). Des fluctuations trop importantes peuvent déclencher des alarmes ou des arrêts automatiques du réacteur. Ce phénomène est suivi attentivement par l'exploitant chinois. Il est proposé au réacteur n° 3 de Flamanville de réaliser des réglages des systèmes de surveillance et de protection. Ce dossier a été transmis à l'ASN et à l'IRSN en début d'année.

Les collectrons (instrumentation interne) est une innovation héritée du Konvoi allemand<sup>3</sup>. Les retours d'expérience montraient une défaillance de ces capteurs (défaut par cycle) de l'ordre de 4 %. Les observations du cycle 1 des réacteurs n° 1 et n° 2 de Taishan étaient cohérentes dans ce domaine. En revanche, les défauts étaient plus significatifs au cycle 2, n'engendrant pas de problématiques de sûreté, puisque le système de surveillance et de protection détecte automatiquement les défauts et durcit les contraintes. Le niveau de sûreté est inchangé. En revanche, ce phénomène réduit les marges

---

<sup>3</sup> Le « *Konvoi* » est un modèle de réacteur nucléaire à eau pressurisée (REP) d'une puissance électrique de 1300 mégawatts électrique.

d'exploitation. L'origine est une perte électrique des détecteurs à la suite d'une perte d'étanchéité. En revanche la cause précise de la perte d'étanchéité reste encore à analyser. Il est proposé au réacteur n° 3 de Flamanville de gérer les pièces de rechange et d'optimiser la chaîne d'approvisionnement.

En cycle 1 du réacteur n° 2 de Taishan, le réacteur a fonctionné en puissance de juin 2019 à avril 2021, conformément aux spécifications techniques d'exploitation. Les observations faites lors du cycle 1 sont parfaitement cohérentes avec celles réalisées au cours du cycle 1 du réacteur n° 1 de Taishan également. Il n'y a donc pas eu d'activité primaire notable sur l'ensemble du cycle. Les mêmes constats ont été faits sur l'instrumentation nucléaire. Les fluctuations des signaux CNP ont été observées de la même manière. Le taux de défaut des collectrons était tout à fait dans la norme pour le cycle 1 du réacteur n° 2 de Taishan. Concernant le cycle 2 du réacteur n° 2 de Taishan, le réacteur est entré en puissance il y a un an et fonctionne conformément aux spécifications des techniques d'exploitation. L'activité primaire est suivie quotidiennement par l'exploitant, bien que le niveau actuel soit inférieur au seuil de surveillance prévu dans les spécifications techniques d'exploitation. Les autres observations sont cohérentes avec les conclusions des analyses des causes.

Pour OL-3 (réacteur nucléaire n° 3 d'Olkiluoto est située en Finlande. Il s'agit du premier EPR commercialisé par Areva), le cycle 1 a eu lieu fin décembre 2021. Le réacteur fonctionne, depuis, conformément aux spécifications techniques d'exploitation.

Il existe donc quatre sujets. Un sujet de sûreté qui a conduit à l'arrêt du réacteur de Taishan en cours de son cycle 2. Ce sujet est lié à l'inétanchéité des gaines de grilles de combustible. Il est proposé d'appliquer un traitement thermique sur le réacteur n° 3 de Flamanville, lors du cycle 1, pour désensibiliser les ressorts des assemblages périphériques vis-à-vis de ce phénomène. Un changement de conception des grilles d'extrémité et de l'embout inférieur sera entrepris en cycle 2, avec un design existant et éprouvé à l'international. Le traitement devrait résoudre le problème.

Concernant les taux de défaut des collectrons, les améliorations proposées concernent la capacité d'approvisionnement en pièces de rechange et l'optimisation des chaînes de fabrication. Ce procédé devrait être efficace pour la sûreté, mais laisse un éventuel impact sur l'exploitation. Ce problème devra être mieux compris pour être traité.

Enfin, les deux sujets intermédiaires qui présentent une cause commune sont les usures de quelques grilles et les fluctuations des signaux CNP. Les grilles seront remplacées, après chaque cycle, par des assemblages neufs (les quatre assemblages concernés) et de rigidité accrue. Le problème sera ainsi totalement résolu. En revanche, l'utilisation du combustible n'est pas optimale, car il est nécessaire d'introduire quatre assemblages neufs à chaque cycle.

Enfin, concernant les fluctuations des signaux CNP, des modifications de contrôle-commande sont effectuées, en introduisant ce procédé dans les études de sûreté (dossier à l'instruction de l'ASN et de l'IRSN). Cette solution traite le sujet en matière de performance de sûreté, mais contraint quelque peu l'exploitation.

Les causes profondes de ces deux sujets doivent être traitées afin d'optimiser l'exploitation du réacteur. Une réflexion est en cours avec Framatome sur l'optimisation de l'hydraulique dans le plénum inférieur, puisque ces deux phénomènes ont pour origine cette structuration particulière de l'hydraulique avec la cohérence spatiale. Néanmoins, les éléments apportés pour les traitements à court terme sur le réacteur n° 3 de Flamanville, sur les quatre sujets, permettent d'assurer un fonctionnement du réacteur en toute sûreté, et sur la durée.

**Nicolas FÉVRIER** explique que, en matière de retour d'expérience à l'international, les exploitants se réunissent au sein de l'instance EPROOG (*EPR Owner-Operator Group*) pour partager leurs expériences. Au niveau des autorités, l'instance MDEP (*Multinational design evaluation programme*)<sup>4</sup> se réunit également régulièrement. L'objectif est de tirer le bénéfice de cette flotte EPR à l'échelle internationale.

EDF a la conviction qu'une exploitation sûre de l'EPR, quel que soit le pays, bénéficie à toute la flotte EPR et à la crédibilité du nouveau nucléaire. EDF s'attache à animer ce retour d'expérience avec l'ensemble des exploitants et alimente les projets en cours. Le Groupe souhaite travailler sur un produit cible standard EPR.

Depuis la décision d'arrêt de la tranche par l'opérateur TNPJVC, en juillet 2021, les échanges avec EDF sont de qualité. Le dialogue et le partage d'information sont également soutenus avec l'ASN et l'IRSN. En Finlande, un accord avec TVO (*Teollisuuden Voima Oyj*) permet à des équipes d'EDF d'être associées aux phases importantes de démarrage. EDF travaille également étroitement avec Framatome et Areva pour continuer à avoir accès à ce retour d'expérience et faire bénéficier également l'opérateur TVO des enseignements tirés de l'EPR de Taishan. Du personnel est présent sur le site de Taishan et a accès aux informations en étant associé à toutes les réunions techniques.

**Karine HERVIOU** précise qu'une instruction se termine sur la partie fluctuation neutronique (les mouvements des assemblages liés à l'hydraulique du fond de la cuve). Le dossier pour la partie corrosion des ressorts qui ont conduit à l'inétanchéité des gaines a également été reçu. L'avis est attendu en fin d'année. En outre, un avis sera publié dans quelques jours concernant la soupape du pressuriseur de Flamanville. Une série d'avis reste encore à effectuer sur Flamanville.

**David BOILLEY** demande si le réacteur n° 2 de Taishan fonctionnera avec une puissance réduite.

**Laurent BELOEIL** explique que les informations relatives au niveau de puissance sur le réacteur n° 2 de Taishan ne peuvent pas être transmises. Ces données appartiennent à l'exploitant TNPJVC. Le réacteur n° 2 de Taishan fonctionne dans le domaine de fonctionnement normal.

**Roberto MIGUEZ** souhaite savoir si la France est dépendante de la Chine en matière d'approvisionnement, par exemple en pièce de rechange sur l'EPR.

**Nicolas FÉVRIER** répond par la négative.

**Jean-Claude DELALONDE** estime que les réponses aux problèmes rencontrés sur l'EPR s'apparentent à des pansements, et non à de réelles réparations.

**Nicolas FÉVRIER** estime qu'aucun « pansement » n'est appliqué sur le réacteur n° 3 de Flamanville. Des évolutions sont présentées et intégrées à la conception de l'EPR de Flamanville, afin de pouvoir exploiter les réacteurs en toute sûreté.

*La séance est suspendue entre 13 heures et 14 heures.*

---

<sup>4</sup> Initiative multinationale dont le secrétariat est assuré par l'AEN et qui vise à mutualiser les connaissances des Autorités de sûreté qui auront la responsabilité de l'évaluation réglementaire de nouveaux réacteurs.

## **IV. Crise ukrainienne et sûreté nucléaire : Situation à date et impacts en France**

### **Sûreté des installations nucléaires en Ukraine, point de situation – IRSN Karine HERVIOU, Directrice générale adjointe chargée du pôle sûreté des installations et des systèmes nucléaires**

**Karine HERVIOU** rappelle que l'Ukraine compte 15 réacteurs en exploitation, de conception russe. Deux sont de conception ancienne (VVER<sup>5</sup> de 440 mégawatts) et sont situés sur le site de Rivne (Rovno) à l'ouest du pays. Les autres réacteurs sont des réacteurs de type VVER 1 000 (1 000 mégawatts) de conception plus récente, relativement proches des standards des réacteurs européens.

Le site de Tchernobyl situé au nord du pays compte quatre réacteurs en démantèlement. Les RBNK<sup>6</sup> ont été stoppés (le dernier en décembre 2000). Une grande piscine d'entreposage de combustible usé, ISF-1, est présente sur le site et contient environ 20 000 assemblages. De l'entreposage à sec est également présent, avec environ 2 000 assemblages.

Un certain nombre de réacteurs de recherche existent également, notamment à Sébastopol et à Kiev, ainsi que des installations d'entreposage ou de traitement de déchets radioactifs dans différentes localisations.

Concernant la sûreté en état de guerre, les principaux enjeux en matière de risques sont portés par les centrales nucléaires en exploitation, du fait des conditions d'exploitation. La centrale de Zaporizhzhya est sous contrôle des forces russes, dans des conditions d'exploitation qui doivent être dégradées. La situation à Zaporizhzhya est certainement la plus inquiétante.

Le deuxième risque concerne les pertes des alimentations électriques externes. Les combats peuvent remettre en cause cette alimentation. Le risque d'agression directe des installations existe également, ainsi que des préoccupations sur le moyen et long terme concernant les opérations d'exploitation courante (maintenance, essais périodiques, gestion des phases d'arrêt, évacuation du combustible usé, etc.).

Les centrales sont alimentées par du combustible russe ou par du combustible en provenance de Westinghouse (États-Unis). L'évacuation du combustible se fait pour le moment par un organisme russe. Les combustibles Westinghouse<sup>7</sup> n'ont pas encore fait l'objet d'une durée d'entreposage suffisante pour être évacués.

En ce qui concerne les autres installations, les conséquences seraient plus locales en cas d'accident, avec des risques de rejets radioactifs en cas d'agression directe des piscines d'entreposage et des entreposages à sec. Pour les piscines, des ruptures de gaines de combustible en grand nombre pourraient conduire à des rejets atmosphériques. De forts risques d'irradiation existent également en cas de dénoyage des piscines d'entreposage.

---

<sup>5</sup> Un réacteur VVER est un type de réacteur à eau sous pression de conception soviétique.

<sup>6</sup> Les réacteurs RBMK sont des réacteurs à neutrons thermiques utilisant le graphite comme modérateur et l'eau légère bouillante comme fluide caloporteur. Le combustible est de l'oxyde d'uranium enrichi en uranium 235.

<sup>7</sup> Westinghouse Electric Company est un fournisseur majeur de produits et services technologiques pour les centrales nucléaires à travers le monde.

Le risque de perte d'alimentation électrique est notamment présent sur la centrale de Zaporizhzhya, mais des lignes de défense existent. Sur les quatre lignes externes d'alimentation, deux lignes ont été rendues indisponibles à la suite des combats. Une troisième ligne a temporairement été indisponible, mais a été réparée le 18 mars dernier. Deux lignes alimentent donc la centrale. Une autre ligne auxiliaire peut également apporter une alimentation. La centrale profite aussi d'un certain nombre d'installations productrices d'électricité à proximité. L'alimentation externe est donc, pour le moment, assurée.

En cas de perte du réseau électrique externe, les réacteurs en fonctionnement peuvent fournir de l'électricité et s'autoalimenter. Les Ukrainiens ont d'ailleurs redémarré un deuxième réacteur de la centrale de Zaporizhzhya qui en comporte six pour pouvoir augmenter les chances de réussite de ces « transitoires d'ilotage ». Par ailleurs, chaque réacteur dispose de trois groupes électrogènes de secours et leur autonomie a été augmentée dans le cadre des améliorations post-Fukushima. Les réserves de carburant permettent de tenir entre sept et dix jours sur chacun des réacteurs. Enfin, deux groupes électrogènes supplémentaires, et bunkerisés, sont disponibles. Ils sont protégés contre les agressions et les actes de malveillance. Ces groupes nécessitent néanmoins du personnel pour être mis en service.

En outre, la plupart de ces réacteurs sont dotés d'un dispositif de filtration. Si la pression augmente dans l'enceinte, en cas de fusion du cœur, des moyens de dépressurisation existent. Ces derniers permettront de filtrer les rejets pour limiter les conséquences de l'accident.

Le centre technique de crise a été activé depuis le 25 février 2022 pour suivre l'état des installations et récupérer de l'information. Une veille existe sur la mesure de la radioactivité en France et en Europe, ainsi qu'à l'international. Un certain nombre de conséquences de potentiels accidents a été évalué. L'activité de veille concerne l'état de chacune des installations. Le fonctionnement des réacteurs est suivi et des inventaires de matières présentes dans les piscines sont effectués. Les réseaux de mesure européens sont disponibles, permettant de détecter toute augmentation de radioactivité.

Un travail a été effectué pour anticiper un éventuel accident en Ukraine, en bénéficiant des conclusions du projet européen « Fastnet » (*FAST Nuclear Emergency Tools*) mené entre 2016 et 2019. Ce projet a permis de disposer d'une base de données de rejets associés à des accidents graves. Ce projet permet d'évaluer les rejets atmosphériques en cas d'accident sur l'une des centrales, afin de pouvoir réagir rapidement dans cette situation. La plateforme d'assimilation des données environnementales a également été paramétrée, permettant de recalculer les rejets à partir de mesures environnementales. Ce calcul inverse, effectué à partir des données fournies par Météo France, permet de « remonter » jusqu'au site pour pouvoir caractériser le rejet et le calculer. Ces deux moyens relativement puissants de calcul permettent de fournir des évaluations de rejet et d'anticiper les conséquences en France et dans les pays européens en cas d'accident sur l'une des centrales. Un certain nombre de notes d'information a été publié sur le site Internet de l'IRSN, concernant la situation des installations en Ukraine.

À Tchernobyl, une perte totale des alimentations électriques externes s'est produite. Les groupes électrogènes de secours avaient pris le relais. La ligne a ensuite été rétablie. Des interrogations existent par ailleurs sur le comportement de la piscine d'entreposage du combustible usé en cas de perte totale des alimentations électriques. Les rapports qui avaient été fournis par l'Ukraine après Fukushima, dans le cadre des stress-tests, ont été étudiés et de nouvelles évaluations ont été effectuées pour vérifier l'absence de conséquence immédiate en cas de perte totale de ces alimentations électriques. Des notes ont aussi été remises sur les situations liées aux incendies dans la zone d'exclusion de Tchernobyl. L'IRSN a également répondu à des sollicitations directes concernant

Tchernobyl et sur les conséquences en France d'un accident de fusion du cœur par rapport aux comprimés d'iode.

La veille se poursuit et une assistance a été proposée à l'Ukraine, avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Une mission est prévue sur le site de Zaporizhzhya fin juin, à laquelle l'IRSN est associé, afin de faire un point sur la situation sur place, et notamment sur les conditions d'exploitation particulièrement préoccupantes.

Le site de Kharkiv a été endommagé. Le réacteur venait de démarrer et avait peu d'heures de fonctionnement. Le risque de rejet a été rapidement écarté.

L'AIEA transmet régulièrement des messages en provenance de l'autorité de sûreté ukrainienne (SNRIU - *State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine*).

**Roger SPAUTZ** demande si des membres de l'IRSN vont accompagner la mission de l'AIEA à Zaporizhzhya.

**Karine HERVIOU** explique que l'IRSN a proposé une d'assistance par RANET (Réseau d'intervention et d'assistance)<sup>8</sup> en matière d'expertise technique en support.

**Jacky BONNEMAINS** demande si la coopération se poursuit entre la Russie et l'Ukraine autour des centrales nucléaires et de l'approvisionnement en matériel nécessaire à leur fonctionnement. Par ailleurs, il serait intéressant de connaître le nombre de réacteurs utilisant du combustible en provenance de Westinghouse.

**Karine HERVIOU** indique que le bassin industriel est important près de centrale de Zaporizhzhya. La plupart des pièces de rechange sont fabriquées à cet endroit. Les stocks de pièces de rechange sont importants pour la centrale de Zaporizhzhya. Par ailleurs, quatre des réacteurs de Zaporizhzhya sont alimentés avec du combustible Westinghouse, et deux utilisent du combustible russe. Un certain nombre de réacteurs sont alimentés aujourd'hui avec du combustible Westinghouse en Ukraine, depuis déjà quelques années. Un lien demeure avec la Russie, notamment en matière d'évacuation du combustible russe.

**Natalia POUZYREFF** demande si un risque d'accumulation et de saturation des déchets existe, dans le cas où l'évacuation du combustible vers la Russie ne se fait pas.

**Karine HERVIOU** explique que le combustible, qui a passé trois ans dans la piscine, doit être évacué au fur et à mesure pour pouvoir, en cas d'accident, décharger rapidement le combustible. L'AIEA va examiner cette problématique lors de sa mission.

## **Sûreté nucléaire : Rôle et missions des organisations internationales dans la gestion de la crise ukrainienne – ASN / Olivier GUPTA, Directeur général**

**Olivier GUPTA** explique que dès le début de cette crise, tous les organismes, nationaux et internationaux, se sont mobilisés pour comprendre la situation, s'articuler, partager les informations et porter appui.

---

<sup>8</sup> RANET propose une assistance dans le cadre d'activités de levé radiologique : mesure des débits de dose, détermination des niveaux de contamination...

L'AIEA est une organisation du système des Nations Unies qui intervient pour partager l'information en cas de situation d'urgence et également sur des sujets d'assistance et de besoin.

La Commission européenne intervient également en matière nucléaire, au travers de ses différentes directions (énergie, protection civile, assistance à l'international). De son côté, le JRC (*Joint research centre*) est le service scientifique interne de la Commission européenne. Il réalise des recherches et fournit des conseils scientifiques indépendants, fondés sur des éléments factuels, qui contribuent à étayer l'élaboration des politiques de l'Union européenne. La Commission est épaulée sur les questions de sûreté nucléaire par le groupe de conseils ENSREG (*European nuclear safety regulators group*, Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire). Deux associations d'autorités existent également, de radioprotection pour l'une (l'association HERCA, *Heads of the European radiological protection competent authorities*) et de sûreté nucléaire pour l'autre (l'association WENRA, *Western European nuclear regulators association*, Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest). Ces « clubs » de responsables d'autorité ont aussi joué un rôle dans la crise actuelle. Enfin, d'autres instances ont proposé leurs services.

L'AIEA est connue dans le contrôle des matières nucléaires, sur les sujets de prolifération. L'agence intervient également dans le domaine de la sûreté nucléaire et de radioprotection, en particulier au travers de différents instruments. Elle produit avec l'appui des États membres des documents non contraignants. L'AIEA propose également aux États membres les revues par les pairs. Les revues OSART (*Operational safety review team*, Équipe d'examen de la sûreté d'exploitation) sont des revues par les pairs d'une installation d'une centrale nucléaire, afin de formuler un certain nombre de recommandations. De leur côté, les revues IRRS (*Integrated regulatory review service*, Service intégré d'examen de la réglementation) sont des missions au cours desquelles les autorités nationales se soumettent à cette revue par les pairs. Ces revues par les pairs sont rendues obligatoires en Europe par une directive. Enfin, l'AIEA est dépositaire d'accords et de conventions (conventions sur la sûreté nucléaire et conventions communes sur les déchets et combustibles usés). Deux conventions ont aussi été signées à la suite de l'accident de Tchernobyl, sur la notification rapide d'un accident nucléaire et sur l'assistance en cas d'accident.

Les premières directives en matière de sûreté nucléaire datent de 2009. Pour la mise en œuvre de cette directive, la Commission s'est entourée du groupe d'experts ENSREG.

ENSREG dispose de trois groupes de travail : sur les installations nucléaires, sur les déchets et sur la transparence. La Commission, avec l'appui de ce groupe, a déployé les stress-tests après l'accident de Fukushima, à l'échelle européenne. Des exercices thématiques de revue par les pairs sur un sujet donné sont régulièrement organisés (les « *topical peer review* »). La dernière concernait le vieillissement des installations et la prochaine portera sur le thème de l'incendie.

Deux associations existent aussi à l'échelle européenne. HERCA est l'association des responsables d'autorités de radioprotection, qui a été créée en 2007 à l'initiative de l'ASN pour renforcer la coopération et harmoniser les pratiques en matière de radioprotection. De son côté, l'association WENRA a été créée en 1999. Il s'agit d'un « club » de responsables d'autorités de sûreté, qui regroupe 18 pays nucléaires. Quinze d'entre eux sont membres de l'Union européenne, auxquels s'ajoutent le Royaume-Uni, la Suisse et l'Ukraine. Le Canada et la Russie sont deux membres associés qui ne participent pas aux prises de décision. Enfin, 12 observateurs sont également présents et sont des pays non nucléaires de l'Union européenne et quelques grands pays nucléaires hors Europe.

Le premier objectif de WENRA était de porter un diagnostic sur la sûreté nucléaire dans les pays candidats à l'Union européenne, à la fin des années 90. L'idée était de promouvoir l'harmonisation

de la sûreté dans les pays membres de WENRA au travers d'une harmonisation des réglementations. Les pays membres de l'association ont également participé à cet effort d'harmonisation. Chaque membre doit par la suite démontrer la mise en place des bonnes pratiques. WENRA a participé à la sûreté des nouveaux réacteurs EPR et à l'élaboration du cahier des charges des stress-tests post-Fukushima, ainsi qu'aux revues thématiques par les pairs sous l'égide d'ENSREG.

WENRA, les directives de la Commission et le travail d'ENSREG ont réellement participé à l'émergence en Europe de la sûreté nucléaire.

Concernant la situation en Ukraine, le risque le plus important est l'impact indirect de la situation d'un conflit sur la sûreté des installations elle-même. Cet impact indirect comprend la dégradation de l'environnement des installations, en particulier la perte des réseaux électriques, la dégradation de la chaîne logistique, ainsi que le stress sur les équipes de conduite.

Ces organisations internationales se sont donc mobilisées. L'AIEA, avec un rôle politique et technique, permet notamment de centraliser l'information. L'AIEA coordonne également l'assistance internationale grâce au système RANET. Le groupe ENSREG (auprès de la Commission européenne) a effectué un certain nombre de déclarations. Ce groupe a suivi l'évolution de la situation et a maintenu des liens étroits avec WENRA. Un grand nombre de réunions extraordinaires de ce groupe a été organisé dès le début du conflit, permettant aux autorités nationales européennes de se coordonner et de partager de l'information. De son côté, WENRA joue plutôt un rôle technique et échange régulièrement avec ses homologues ukrainiens. Un groupe d'experts a rapidement été mis en place avec les régulateurs intéressés, mais aussi l'IRSN et le centre de recherche de la Commission européenne. Le partage régulier d'informations et la publication de positions communes ont permis de « caler » la communication et les messages délivrés au public. De son côté, HERCA est compétente sur la protection des populations. Le travail se poursuit pour continuer à harmoniser les modèles et les prévisions en cas d'accident.

*La séance est suspendue de 15 heures 15 à 15 heures 20.*

## **V. Point sur le projet de piscine centralisée d'EDF**

**Marie-Ange CHARPENTIER, Mathilde DAMECOUR, Marie TASSEL - Collectif « Piscine nucléaire stop »**

**Christine NOIVILLE** rappelle que le besoin d'un entreposage supplémentaire avait été acté dans le cadre de la 5<sup>e</sup> édition du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), avec un projet de dépôt par EDF, une demande d'autorisation de création à l'ASN en 2023, et un objectif de mise en service en 2034. Une concertation a eu lieu. Face à un certain nombre de difficultés, cette concertation a été suspendue en février dernier, mais doit reprendre fin juin (du 20 juin au 8 juillet). Dans ce contexte, le collectif « Piscine nucléaire stop » a été créé et s'oppose au projet de piscine.

**Marie TASSEL** explique que le collectif « Piscine nucléaire stop » s'est créé à l'issue de la première réunion de concertation organisée par EDF le 22 novembre 2021. Au cours de cette réunion, EDF a présenté son projet de construire une installation d'entreposage sous eau de combustibles usés, sur le site de La Hague, sans apporter aucune information préalable sur le contexte et le cadre du projet, ni sur les besoins identifiés dans les conclusions du PNGMDR. Le projet prévoit la construction d'un bâtiment de 200 mètres de long sur 100 mètres de large et 25 mètres de hauteur, à 200 mètres des premières habitations. Les réponses d'EDF ont manqué de clarté. Par ailleurs, rien ne semblait pouvoir arrêter l'avancement du projet. Les réunions organisées par EDF n'étaient pas des

concertations. Le collectif rassemble actuellement près de 500 sympathisants. La prochaine action est l'organisation d'une grande manifestation à Cherbourg le samedi 18 juin, pour exiger plus de transparence et d'information sur ce projet d'EDF.

**Marie-Ange CHARPENTIER** estime qu'EDF n'a pas fait suffisamment preuve de transparence pendant cette concertation, avec un manque de neutralité et une absence de débat contradictoire. Les habitants de la région ne sont pas responsables des retards et de la situation critique actuelle. EDF n'a pas non plus fait preuve de transparence sur l'opportunité du projet et sur le choix du site. EDF, par un tour de « passe-passe », est parvenu à acter dans son dossier de présentation le choix du site de La Hague. Les alternatives sont inexistantes dans la présentation d'EDF. Une concertation préalable doit permettre d'en débattre. Le choix d'EDF est déjà fait et la concertation est tronquée. EDF a confondu communication et concertation. Cette concertation devrait permettre une réelle information et un réel débat sur l'opportunité du projet, sur le choix du site et les alternatives.

**Mathilde DAMECOUR** explique que les membres du collectif ont édité et distribué des plaquettes d'information qui ont permis à beaucoup d'habitants de découvrir et comprendre le projet d'EDF. Le collectif a également organisé des réunions publiques afin de fournir une information alternative de qualité, en parallèle des réunions de concertation. Des experts reconnus ont été invités aux réunions du collectif. Parallèlement pendant ces réunions, le collectif a voulu amener une réflexion autour de la concertation en elle-même. Ses membres ont dénoncé les modalités de cette concertation en s'appuyant sur des échanges avec Mme Chantal Jouanno. Car lorsque les représentants d'EDF utilisent le temps du futur, les habitantes et habitants de La Hague auraient dû entendre du conditionnel, ils et elles l'exigent. Car à l'heure actuelle ce projet n'est pas acté.

**Marie TASSEL** ajoute que la concertation publique n'a pas permis aux citoyens d'avoir un avis éclairé sur le projet. Le collectif ne participera pas à cette nouvelle concertation, et exige un débat public sous l'égide de la Commission nationale du débat public (CNDP) sur le territoire.

### **Olivier GIRAUD – EDF**

**Olivier GIRAUD** explique que pour cette concertation, EDF s'est inscrit en tant que maître d'ouvrage dans le cadre défini par la CNDP. EDF a ainsi saisi la CNDP pour lui présenter son projet d'une piscine centralisée que le Groupe souhaite implanter sur le site de La Hague. La CNDP a choisi comme modalité une concertation préalable. La CNDP rappelle qu'un débat public a eu lieu sur le PNGMDR concernant les sujets des besoins, des enjeux d'entreposage sous eau ou encore d'entreposage à sec.

La CNDP demande au maître d'ouvrage et porteur du projet d'organiser concrètement la concertation. Deux garants sont nommés par la CNDP pour vérifier la bonne tenue de la concertation. EDF a préparé cette concertation et a travaillé à l'élaboration d'un dossier d'information qui est consultable. D'autres documents relatifs à ce projet sont également disponibles, avec notamment l'étude réalisée par le Haut comité sur le cycle du combustible.

**Christine NOIVILLE** interrompt Olivier GIRAUD en lui demandant d'utiliser le terme de « parcours du combustible » et non « cycle ».

En outre, les réunions ont fait l'objet de comptes-rendus.

La CNDP a suspendu la concertation. EDF a travaillé pour proposer de nouvelles modalités pour la reprise de cette concertation qui s'inscrit toujours dans le cadre d'une concertation préalable. Trois réunions sont proposées : à Saint-Lô le 20 juin, à Cherbourg le 28 juin, et à Beaumont le 6 juillet. Ces

réunions seront centrées sur la discussion, le besoin, le contexte, la gestion du combustible usé, les alternatives ou encore le choix du site.

Les différents acteurs souhaitant s'exprimer sont invités en tribune. Le collectif ne souhaite malheureusement pas participer à ces réunions. En outre, EDF a décidé de se mettre en retrait de l'animation de la réunion et a fait appel à un acteur tiers. EDF a présenté ces dispositions à la CNDP le 1<sup>er</sup> juin et cette dernière a validé le dispositif de reprise.

La proposition du site n'est pas celle des pouvoirs publics ou du PNGMDR. EDF, en tant que porteur du projet, a estimé que le site le plus pertinent était celui de La Hague.

**Jacky BONNEMAINS** explique que ce débat intéresse l'Europe entière. L'établissement, qui accueille les déchets nucléaires d'un grand nombre de pays, a une importance stratégique mondiale. Un débat devrait avoir lieu à l'Assemblée nationale, voire à l'Organisation des Nations unies (ONU). Mettre en place trois réunions à Beaumont, à Cherbourg et à Saint-Lô n'est pas acceptable pour un projet qui concerne la sécurité de l'Europe entière.

**Jean-Claude DELALONDE** rappelle que l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (ANCCLI) a déjà demandé à plusieurs reprises qu'EDF présente un dossier d'option de sûreté en tenant compte du site d'implantation pour permettre la transparence sur son projet.

**David BOILLEY** estime qu'EDF tient un discours mensonger, qui présente toujours un « cycle du combustible » alors que moins de 1 % des matières radioactives sont réellement valorisables. Il rappelle aussi l'opacité et l'entre-soi des réunions du PNGMDR. Il explique avoir participé à deux réunions publiques du débat sur le PNGMDR. A Caen, il y avait très peu de public et à Cherbourg 80 % des personnes présentes étaient des salariés du nucléaire. Les conclusions du débat ne sont donc pas forcément représentatives.

**Marie TASSEL** indique que le collectif refuse de participer à cette nouvelle concertation de trois semaines, toujours organisée par EDF, comportant seulement trois réunions sur un projet qui aura un impact énorme sur le territoire et ses habitants. Le bilan intermédiaire ne tient pas compte de la motion votée à l'unanimité par le Conseil municipal de La Hague le 21 février dernier, et n'évoque jamais l'existence du collectif.

## **VI. Clôture de la 61<sup>e</sup> réunion plénière du Haut comité**

**Christine NOIVILLE** remercie l'ensemble des participants à cette réunion et donne rendez-vous pour la prochaine plénière prévue le 18 octobre 2022 qui sera consacrée au sujet de la surveillance de la radioactivité dans l'environnement.

*La séance est levée à 16 heures 15.*

## Liste des participants

### Étaient présents :

NOIVILLE Christine, Présidente du Haut comité

BERINGER François (CLIS Fessenheim)  
BIANCHI Patrick (CFTC)  
BOILLEY David (ACRO)  
BONNEMAINS Jacky (Robin des Bois)  
BUGAUT François (DSND)  
CASABIANCA Jean (EDF)  
CHAUVENSY Jean-Louis (CLIN Paluel et Penly)  
CHEVET Pierre-Franck (OPECST)  
DELALONDE Jean-Claude (ANCCLI)  
DOLISY Dominique (CLI Nogent-sur-Seine)  
DOROSZCZUK Bernard (ASN)  
DRUEZ Yveline (CLI Manche)  
ELLUARD Marie-Paule (CEA)  
FARIN Sébastien (ANDRA)  
FAUCHEUX Christophe (CFDT)  
GAZAGNES Laurence (ORANO)  
LASOU Sabine (SPAEN-UNSA)  
LEBEAU-LIVE Audrey (IRSN)  
LEGLU Dominique (OPECST)  
MAGDALINIUK Sandrine (FRAMATOME)  
MIGUEZ Roberto (CGT)  
NIEL Jean-Christophe (IRSN)

PERRIN Marie-Claire (CGT-FO)  
PINA-JOMIR Géraldine (ASN)  
POUZYREFF Natalia (Assemblée nationale)  
PREVOT-BITOT Nathalie (SFMN)  
SPAUTZ Roger (Greenpeace France)

### Secrétariat du Haut comité :

BETTINELLI Benoît, secrétaire général

FALL Baye  
MERCKAERT Stéphane  
VILETTE Cédric

### Invités :

ACHARIAN Céline (ASN)  
BELOEIL Laurent (EDF)  
BOIS Pierre (ASN)  
CHARPENTIER Marie-Ange (Piscine nucléaire stop)  
CLÉMENT Régis (EDF)  
COLLET Julien (ASN)  
DAMECOUR Mathilde (Piscine nucléaire stop)  
DELALANDE Daniel (ASN)  
FÉVRIER Nicolas (EDF)  
GIRAUD Olivier (EDF)  
GUPTA Olivier (ASN)  
HERVIOU Karine (IRSN)  
LHEUREUX Yves (ANCCLI)  
POLI Emmanuelle (EDF)  
TASSEL Marie (Piscine nucléaire stop)