

Problème de piquages du circuit primaire de l'EPR de Flamanville

Manon BESNARD¹, Yves MARIGNAC²

Version 2 – 2 avril 2021³

Synthèse

L'annonce par EDF puis par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), les 4 et 16 mars 2021, d'un nouveau problème de sûreté concernant l'EPR de Flamanville interroge une nouvelle fois la maîtrise des démarches de sûreté et leur contrôle. Ce nouvel « écart au référentiel », qui devra être traité avant la mise en service du réacteur, concerne cette fois les piquages, ou raccordements de tuyaux auxiliaires sur les tuyauteries du circuit primaire principal de refroidissement du réacteur. Une modification de conception introduite en 2006, visant à élargir le diamètre de soudage de trois de ces raccordements pour en faciliter le contrôle de qualité, a conduit à augmenter le débit d'une éventuelle brèche au niveau de ces soudures. La brèche du circuit primaire est l'événement initiateur des accidents avec perte du réfrigérant primaire (APRP) qui, lorsque cette perte d'eau n'est pas compensée, peuvent conduire à une fusion du cœur et font à ce titre partie des situations les plus critiques pour la démonstration de sûreté.

La brèche la plus importante pouvant survenir sur le circuit primaire est une rupture dite doublement débattue entre deux tronçons du circuit principal. Or, si cette hypothèse reste la référence pour le dimensionnement de l'apport en eau du réacteur par chacun des quatre systèmes d'injection de sécurité, elle fait par ailleurs l'objet d'une démarche dite d'exclusion de rupture : par choix initial, EDF s'est engagé à apporter les garanties de conception, de fabrication et de suivi en exploitation permettant d'exclure le risque d'une telle rupture, ce qui lui permet de ne pas la prendre en compte dans les études de sûreté visant à définir les différentes dispositions associées à la gestion de ces situations. Le débit d'une brèche à l'un des piquages devient dès lors l'hypothèse majorante de ces études.

L'élargissement du diamètre de trois piquages, décidé en 2006, impliquait dès lors de revoir les études de sûreté pour prendre en compte l'élargissement de la brèche hypothétique correspondante. EDF affirme pourtant n'avoir identifié ce problème qu'en 2013. L'ensemble des piquages a dans l'intervalle été fabriqué et installé sur site, créant une nouvelle fois une situation de fait-accompli. EDF a alors décidé en 2014, plutôt que de reprendre les études, d'étendre l'application de l'exclusion de rupture à ces trois piquages, afin d'écarter cette hypothèse de brèche élargie. L'application a posteriori de ce critère est contraire au principe même de la démarche d'exclusion de rupture, qui suppose un effort accru a priori sur la conception et la fabrication. Elle n'a du reste été possible qu'au moyen d'une dégradation correspondante, a posteriori elle aussi, des exigences associées à cette démarche par le biais d'une modification du rapport préliminaire de sûreté.

Ce n'est qu'entre 2019 et 2021, à la faveur d'une demande de vérification de conformité aux exigences d'exclusion de rupture sur les tuyauteries du circuit primaire principal née des problèmes rencontrés sur le circuit secondaire, que cet écart a pu être identifié. Le traitement de cet écart passe désormais par une reprise des études de sûreté, pouvant déboucher sur des modifications matérielles, ou par une reprise des soudures des trois piquages afin d'atteindre le niveau d'exigence nécessaire, EDF semblant privilégier cette seconde option. La nature des opérations à réaliser et les délais associés restent difficiles à préciser à ce stade.

On peut, à la lumière des premiers éléments disponibles, constater une nouvelle fois la grande liberté dont jouit EDF vis-à-vis de son devoir d'information de l'ASN comme du public. On peut surtout s'inquiéter, au vu des précisions apportées et des demandes formulées par l'ASN dans un courrier à EDF du 26 mars 2021, qu'aucune procédure n'ait permis à l'ASN, pendant quinze ans, de repérer d'abord l'impact non pris en compte de la modification sur les études de sûreté, puis le choix d'EDF d'étendre l'exclusion de rupture pour masquer cette non-conformité, et la dégradation du référentiel associé dans le rapport préliminaire de sûreté. Le caractère fortuit de l'identification de cet écart, via une procédure spécifique dont il n'était toutefois pas l'objet, contraste avec le caractère récurrent des schémas de défaillance observés et renforce le tableau d'une crise systémique de la sûreté.

1. Chargée d'études au sein du Pôle d'expertise nucléaire et fossiles de l'Institut négaWatt.

2. Chef du Pôle d'expertise nucléaire et fossiles de l'Institut négaWatt. Le Pôle a pour vocation d'intégrer pleinement les enjeux associés au devenir de ces filières, et à la maîtrise de leurs impacts, dans le contexte de la transition énergétique. Voir <http://bit.ly/penf0001>

3. Cette version intègre les informations nouvelles collectées depuis la première version, publiée le 19 mars 2021.

Contexte

Le réacteur EPR de Flamanville, dont la construction a commencé en 2007, a déjà rencontré de nombreuses difficultés. Alors que le chantier a fait l'objet de plusieurs interruptions dès les premières années en lien avec des problèmes de génie civil et d'organisation du chantier (coulage du béton en 2008 et 2012, décès d'un ouvrier en janvier 2011 puis d'un deuxième en juin de la même année), d'autres problèmes de conformité ont été révélés ces dernières années, concernant des équipements sous pression nucléaires.

En 2015, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) annonçait un problème de conformité des calottes de la cuve, c'est-à-dire les pièces qui composent le couvercle et le fond de la cuve : une concentration en carbone trop élevée, issue d'une mauvaise maîtrise du procédé de forgeage, apportait à ces pièces des caractéristiques mécaniques inférieures à ce qui était attendu. Après plusieurs années d'instruction et au prix de la création d'un processus réglementaire ad hoc de dérogation pour gérer la situation de fait-accompli créée par EDF, l'ASN a finalement autorisé la mise en service de la cuve, considérant que des marges de sûreté suffisantes subsistaient, en imposant toutefois le changement du couvercle au plus tard fin 2024. Suite à ces difficultés de fabrication, des audits menés à l'usine Creusot Forge, où sont forgés la majeure partie des composants des gros équipements sous pression du parc nucléaire français, ont révélé un problème de falsification en série de dossiers de fabrication. Certains concernent des composants d'équipements majeurs de l'EPR de Flamanville, qui n'ont pourtant fait l'objet ni de prescription de reprise ni de remplacement⁴.

En 2018, des défauts de qualité relatifs aux soudures du circuits secondaire de l'EPR ont été rendus publics. Connus d'EDF depuis 2015, et de l'ASN depuis 2017, ils affectent près d'une centaine de soudures du circuit secondaire. Après avoir tenté de les faire accepter par l'ASN en l'état, EDF a été contrainte de proposer une stratégie de reprise de ces soudures. Huit de ces soudures posent particulièrement problème, à cause de leur localisation entre les parois interne et externe de l'enceinte de confinement, qui rend leur réparation compliquée⁵. Leur reprise n'a pas encore commencé, et le procédé complexe de réparation, reposant notamment sur l'intervention de robots pour reprendre les soudures depuis l'intérieur des tuyauteries, reste en cours de qualification et d'approbation par l'ASN. Pour les autres, les réparations ont commencé, mais sont encore loin d'être achevées.

Nouvel écart aux exigences

L'ASN a communiqué le 16 mars 2021 sur un nouvel « *écart de conception* » concernant cette fois des éléments du circuit primaire principal⁶. Cette information fait suite à la déclaration par EDF d'un événement significatif le 3 mars 2021⁷. L'ASN a formalisé dans un courrier du 26 mars 2021 ses demandes à EDF concernant le traitement de cet écart et l'analyse de ses causes⁸.

Cet écart concerne des piquages, c'est-à-dire des raccordements de tuyauterie permettant le branchement de circuits auxiliaires du réacteur sur les boucles du circuit primaire principal. Selon les quelques indications fournies par EDF, « *deux [sont] situés à proximité du pressuriseur et un sur le circuit de contrôle chimique et volumétrique du circuit primaire* » (RCV), mais l'ASN indique que ces piquages sont situés sur trois boucles différentes : les deux premiers sont des piquages du circuit d'aspersion normale, sur les branches froides des boucles 2 et 3, et le troisième concerne une décharge vers le circuit RCV sur la boucle 1. Il s'agit de tuyauteries d'environ 10 cm de diamètre ; les tuyauteries du circuit primaire principal présentent un diamètre proche de 80 cm.

Les raccordements de ce type se font par le biais de soudures, réalisées en usine lors du pré-montage d'éléments de tuyauterie ou sur site ; ces soudures, compte tenu de leur sensibilité éventuelle à la rupture, font l'objet d'exigences de qualité particulières. L'ASN rappelle, dans son courrier du 26 mars 2021, que sur le circuit primaire de l'EPR de Flamanville, le raccordement par soudage a été retenu par conception pour tous les piquages de tuyaux d'un diamètre inférieur à 15 cm ; les raccordements de tuyauteries d'un diamètre supérieur sont au contraire intégrés lors du forgeage pour réduire le recours aux soudures et les risques plus élevés de rupture associés.

4. WISE-Paris, *Réponse à la consultation publique : Consultation [2017.08.062] de l'Autorité de sûreté nucléaire - Projet de Décision n°2017-DC-xxxx, "Revue des composants fabriqués par l'usine Creusot Forge d'Areva NP installés sur les réacteurs électronucléaires exploités par la société EDF"*, 17 septembre 2017. Voir <http://bit.ly/penf0066>

5. WISE-Paris, *Réacteur EPR Flamanville-3 - Point sur les soudures des tuyauteries principales de vapeur*, v3.1, 16 avril 2019. Voir <http://bit.ly/penf0067>

6. ASN, *Réacteur EPR de Flamanville : écart de conception de trois piquages du circuit primaire principal*, note d'information, 16 mars 2021. Voir <http://bit.ly/penf0056>

7. EDF, *Écart de référentiel d'étude applicable à trois piquages du circuit primaire principal de l'EPR de Flamanville*, 4 mars 2021. Voir <http://bit.ly/penf0057>

8. ASN, *Réacteur EPR de Flamanville – Écart de conception de trois piquages du circuit primaire principal*, lettre CODEP-DEP-2021-005272 au directeur de la DIPNN d'EDF du 26 mars 2021. Voir <http://bit.ly/penf0065>

Les exigences applicables au circuit primaire sont d'une manière générale tirées de la réglementation relative aux équipements sous pression nucléaires (ESPN), pour ce qui concerne les exigences de qualité associées à la conception, à la fabrication et au suivi en exploitation de ces éléments, ainsi que pour le dimensionnement mécanique. Ces exigences s'articulent avec celles tirées de la réglementation relative aux installations nucléaires de base (INB), traitées en particulier via les études de sûreté. Celles-ci intègrent des hypothèses tirées des exigences ESPN pour définir, dans un objectif de sauvegarde du combustible, les dispositions de sûreté à mettre en place.

L'origine du problème remonte à l'époque où, après la validation du design générique de l'EPR, de nombreux ajustements sont introduits dans le cadre du développement de son design détaillé. Ainsi, EDF indique qu'en 2006, les trois piquages font l'objet d'un changement de conception : les études d'ingénierie sur l'implantation de ces piquages mettent en évidence que la conception initiale, en prévoyant la réalisation de la soudure au plus près du tuyau auxiliaire raccordé, rend difficile le contrôle de la qualité de cette fabrication tel qu'il est prévu en usine. Pour y remédier, la modification de conception introduite par EDF et son fournisseur Framatome (à l'époque Areva NP) consiste à écarter la soudure du tuyau raccordé et donc à élargir le diamètre de soudage autour du piquage. La précision sur la taille de ce soudage est apportée par le courrier du 26 mars de l'ASN, qui indique que ce changement conduit à un diamètre de soudures d'implantation de 50,7 cm, ce qui situe la soudure à plus de 20 cm du tuyau ainsi raccordé. Le diamètre de soudure initialement prévu n'a pas été communiqué.

EDF indique ensuite que c'est en 2011 que ces piquages ont été réalisés en usine, les éléments des circuits auxiliaires étant soudés aux éléments correspondants du circuit primaire principal en appliquant cette évolution de conception. EDF souligne que ces piquages ont alors été « contrôlés conformes en usine », sans apporter toutefois de précisions sur les exigences applicables considérées pour établir cette conformité.

Ce n'est toutefois pas cette conformité aux exigences initiales de qualité qui est aujourd'hui mise en cause et conduit à la déclaration d'un écart. L'information fournie par EDF permet néanmoins difficilement d'en identifier la nature : elle se contente d'indiquer que « des contrôles réalisés en janvier 2021, dans le cadre de la sécurisation des dernières phases d'avancement du projet, ont démontré une application incomplète du référentiel d'étude pour l'implantation de ces trois piquages », et qu'elle a « lancé une instruction de nature documentaire qui vise à regarder les propriétés des piquages et leur adéquation avec le référentiel d'étude pour proposer des actions correctives ».

Implications pour la sûreté

Il s'agit en réalité d'un écart important au référentiel de sûreté, « ce qui signifie, comme le rappelle l'ASN, que le réacteur ne peut pas démarrer dans cette configuration-là »⁹.

Le changement de conception sur les trois piquages en cause conduit en effet à modifier le risque associé à une éventuelle rupture des soudures concernées. L'élargissement du diamètre du soudage entraîne une augmentation de la taille possible d'une brèche, et par conséquent du débit de fuite pouvant en résulter. Compte tenu de l'écart entre le diamètre des tuyaux raccordés (environ 10 cm), et donc du diamètre d'une soudure qui serait restée proche de ces tuyaux, et le diamètre retenu pour la soudure (un peu plus de 50 cm), cette différence peut être considérable, et d'autant plus significative que ce diamètre s'approche de celui de la tuyauterie principale (un peu plus de 80 cm). Or, selon ce que rapporte l'ASN dans sa note d'information, EDF et Framatome « n'ont alors pas identifié que la taille de la brèche à prendre en compte en cas de rupture de cette soudure devenait alors supérieure à celle considérée dans les études de sûreté ».

Cette affirmation est difficile à croire, tant ce raisonnement paraît à la fois trivial et porteur d'enjeux. La brèche sur le circuit primaire constitue en effet un des éléments les plus dimensionnants pour les études d'accident du réacteur, en tant qu'initiateur des accidents avec perte du réfrigérant primaire (APRP). Cette famille d'accident fait partie des situations les plus critiques considérées dans le dimensionnement des réacteurs à eau pressurisée, pouvant conduire à un accident de fusion du cœur.

Une perte d'eau du circuit primaire entraînerait en effet, si elle n'était pas compensée, une perte de refroidissement et un découverture du combustible dans le cœur du réacteur qui peuvent conduire à sa fusion. Dans le même temps, l'eau qui s'échapperait par la brèche se vaporiserait instantanément, et ferait augmenter la pression interne dans l'enceinte. Elle se chargerait des éléments radioactifs les plus volatils contenus dans le combustible (iode, césium...) dont une partie se trouverait alors relâchée dans l'environnement via les fuites présentes dans l'enceinte. Cette eau serait peu contaminée tant que les gaines des assemblages combustibles restent intactes, mais serait en revanche très chargée en éléments radioactifs en cas de fusion du cœur. On peut également craindre, dans un scénario d'accident de ce type, le risque d'une explosion de l'hydrogène relâché par la corrosion des gaines en zircaloy du combustible pendant son découverture.

9. Le Figaro, « Nouveau problème de sûreté à l'EPR de Flamanville », 17 mars 2021. Voir <http://bit.ly/penf0058>

Des dispositions importantes de sûreté sont donc prévues à la conception pour maîtriser ce risque d'accident et parer une situation de brèche, notamment par des moyens d'injection d'eau dans le circuit primaire pour en compenser les pertes, et d'aspersion interne de l'enceinte pour en refroidir l'atmosphère dans le cas où la situation évolue malgré tout en accident grave. Conformément aux Directives techniques, le débit de chacun des quatre trains implantés sur l'EPR pour l'injection de sécurité est défini en considérant la plus grande brèche possible, c'est-à-dire l'hypothèse d'une brèche doublement débattue sur une tuyauterie principale du circuit primaire. Cette hypothèse est enveloppe du débit envisageable en cas de brèche sur l'un des piquages des circuits auxiliaires.

Cependant, l'ensemble de la tuyauterie principale du circuit primaire a fait l'objet, par conception, d'un choix consistant à lui appliquer un critère d'exclusion de rupture. La démarche d'exclusion de rupture consiste, comme le formule l'ASN, à renforcer les exigences de conception, de fabrication et de suivi en service des composants concernés, par rapport aux exigences prévues par la réglementation ESPN, pour « *assurer un caractère hautement improbable de la rupture des équipements, et ainsi ne pas avoir à étudier l'ensemble des conséquences d'une rupture dans la démonstration de sûreté* ».

En conséquence, l'hypothèse d'une brèche doublement débattue sur le circuit principal n'est pas retenue dans les études de sûreté qui dimensionnent, à l'exception notable du système d'injection de sécurité au titre des Directives techniques, les différents dispositifs et règles de conduite mis en jeu dans la gestion d'une telle situation. En l'absence, par hypothèse, de brèche sur le circuit principal, c'est le diamètre des piquages au niveau de leur soudure qui devient l'hypothèse de brèche la plus grande à prendre en compte dans la démarche conservative des études de sûreté. C'est pourquoi l'évolution de conception introduite en 2006 remet en cause l'hypothèse de plus grande brèche retenue dans les études de sûreté de l'EPR de Flamanville, ce qui pourrait conduire à revoir certaines dispositions prévues. Il est difficile, à ce stade, d'évaluer l'ampleur des modifications nécessaires.

Exclusion de rupture

Pourtant, selon l'ASN, ce problème est resté ignoré pendant sept ans, puisque « *cet écart de conception a été identifié par EDF et Framatome en 2013* ». L'ASN précise, sans commenter ce point ni spécifier de quelle information elle disposait ou non à cette date, que cette analyse est survenue « *alors que les tuyauteries concernées avaient été fabriquées* ». Il semble que cela concerne non seulement la fabrication en usine, achevée dès 2011 selon les déclarations d'EDF sur leur contrôle à cette étape, mais aussi leur implantation sur le site et le raccordement global des éléments mis en cause avec l'ensemble du circuit principal.

Cette situation de fait-accompli, consistant à n'identifier les écarts de conformité engagés par la conception et la fabrication qu'une fois les équipements concernés irréversiblement mis en place, est la même que celle à laquelle le chantier a déjà donné lieu sur au moins deux dossiers majeurs : les ségrégations de carbone dans le couvercle et surtout le fond de la cuve du réacteur, et les soudures du circuit secondaire principal. Cette récurrence ne peut plus être considérée comme le fruit du hasard. Elle indique au contraire un schéma de management régulièrement défaillant, sans que l'on soit toutefois en mesure, sur la base des informations disponibles publiquement, de faire la part entre une forme d'incompétence et une volonté assumée de dissimulation.

Il semble de plus, au vu des informations disponibles, que l'identification de cette situation, censée donc n'être intervenue qu'en 2013, n'a pas fait l'objet d'une notification particulière de l'ASN par EDF à cette date. Ce point est pourtant préoccupant : ce constat relevant très clairement d'une situation de non-conformité, au sens d'un écart à résorber impérativement avec le référentiel de sûreté, il aurait dû faire l'objet dès cette époque d'une déclaration d'événement et d'une information du public, dans les mêmes formes que celles de mars 2021.

Il semble également que la voie choisie par EDF à la suite de ce constat pour traiter cet écart n'a fait l'objet d'aucun échange spécifique entre EDF et l'ASN. Cette voie est pourtant extrêmement contestable. EDF n'en dit rien dans sa déclaration d'événement, mais l'ASN explique que, « *en 2014, EDF a décidé de traiter cet écart en étendant à ces soudures la démarche d'exclusion de rupture appliquée aux tuyauteries primaires principales* ». L'idée est d'éviter la remise en cause des études de sûreté en écartant l'hypothèse d'une brèche plus large associée aux trois piquages considérés, sans pour autant procéder à une reprise des soudures pour en augmenter la robustesse, en justifiant a posteriori que leur qualité est suffisante pour exclure tout risque de brèche.

Cette démarche d'exclusion de rupture est classiquement appliquée dans la démonstration de sûreté à différents composants, dont la cuve du réacteur, et peut être appliquée par conception à une partie plus ou moins étendue des tuyauteries du circuit primaire, voire du circuit secondaire. EDF a fait le choix, dans le cas de l'EPR de Flamanville, d'étendre cette démarche à différentes tuyauteries qui ne sont pas couvertes par cette démarche sur les réacteurs en service. C'est d'ailleurs une des sources du problème, puisque l'application de cette démarche aux tuyauteries du circuit primaire a conduit à écarter l'hypothèse classiquement retenue comme la plus pénalisante d'une brèche doublement débattue sur ces tuyauteries, qui aurait dès lors pu être enveloppe des brèches à prendre en compte avec l'élargissement des soudures des trois piquages.

Toutefois, cette démarche ne concernait pas, à l'étape de la conception, les trois piquages aujourd'hui mis en cause. Ils n'ont donc été ni conçus, ni fabriqués en appliquant ce référentiel d'exclusion de rupture. Il est contraire au principe même de la démarche d'exclusion de rupture d'appliquer a posteriori celle-ci, qui plus est pour tenter comme l'a choisi EDF de faire disparaître un problème avéré de sûreté sans engager aucune modification matérielle ou même d'étude. Il est particulièrement étonnant de constater que l'ASN, sans que l'on sache véritablement à quel moment elle a été informée de cette démarche, ne semble pas aujourd'hui remettre en cause le principe même de cette application.

L'application de la démarche d'exclusion de rupture à ces trois piquages, et la supposée conformité des soudures concernées aux exigences de ce référentiel semble en tous cas avoir été au moins implicitement considérée comme acquise suite au choix d'EDF. Selon l'ASN, « *une revue de conception réalisée par EDF et Framatome en mars 2014 a conclu que les soudures d'implantation de ces piquages, telles que réalisées, respectaient a posteriori le référentiel d'exclusion de rupture* »¹⁰. Au vu des informations fournies par l'exploitant et par l'ASN, cette conclusion remise en cause aujourd'hui semble cependant n'avoir fait l'objet d'aucune instruction particulière par l'ASN, jusqu'à ré-émerger récemment.

C'est en effet bien en vertu des vérifications demandées depuis 2017 par l'ASN, suite aux problèmes rencontrés sur les soudures elles-mêmes couvertes par l'exclusion de rupture sur le circuit secondaire principal, que ce problème est apparu. Autrement dit, EDF semble avoir traité la « vérification » de la conformité des trois piquages aux exigences d'exclusion de rupture comme si celle-ci était préalablement réputée acquise. L'ASN confirme dans sa note d'information du 16 mars 2021 que c'est « *dans ce cadre* » d'examen de conformité que « *l'instruction menée par l'ASN des derniers éléments de réponse apportés par EDF sur ces piquages fin 2020 a mis en évidence que les soudures de ces trois piquages ne respectaient pas l'ensemble des exigences de la démarche d'exclusion de rupture* ». On peut noter au passage que cette information contredit clairement la version fournie par EDF qui renvoie l'apparition du problème à de supposés « *derniers contrôles* » en janvier 2021.

Dans son courrier à EDF du 26 mars, l'ASN précise qu'en fait, dès juin 2019, elle avait constaté des « *incohérences* » entre « *les valeurs retenues par EDF pour les matériaux de soudages et celles figurant dans le rapport préliminaire de sûreté* ». Les premiers éléments techniques répondant à la demande de l'ASN « *d'analyser l'ensemble des exigences d'exclusion de rupture des soudures de tuyauteries primaires principales* » ont été transmis par EDF en avril 2020, avant d'être complétés par d'autres éléments en novembre 2020, puis en janvier et février 2021. Les éléments transmis par EDF ont conduit l'ASN à conclure au non-respect du référentiel d'exclusion de rupture, notamment concernant « *la résilience et l'allongement du matériau soudé [qui] sont inférieurs à ceux du métal de base* », ainsi que l'absence de démonstration de la « *haute qualité de fabrication* » nécessaire pour garantir l'exclusion de rupture.

Rapport de sûreté

Les modifications mises en jeu dans ce dossier, qu'il s'agisse du changement de conception initial et de ses conséquences sur le plus gros débit de brèche à prendre en compte dans les études de sûreté ou de l'extension du périmètre d'application de la démarche d'exclusion de rupture visant à ne pas prendre en compte le risque de brèche résultant de ce changement de conception, concernent directement le référentiel de sûreté du futur réacteur et son application. Elles ont à ce titre vocation à être couvertes par le rapport préliminaire de sûreté qui accompagne la demande d'autorisation de création de toute installation nucléaire de base (INB) et sa construction jusqu'aux étapes de mise en service (où une version provisoire puis définitive du rapport de sûreté le remplacent). Les objectifs et le contenu de ce document, porteur de la cohérence de la démonstration de sûreté de l'installation nucléaire de base, sont depuis l'origine ceux que l'ASN n'a toutefois clairement formalisés qu'en 2015 par une décision spécifique, dont l'article 3.1.6 indique notamment : « *la version préliminaire du rapport de sûreté (...) décrit et analyse les principaux choix de conception et de construction et démontre que les dispositions techniques, organisationnelles et humaines prévues pour l'INB permettent de limiter les risques que l'INB présente vis-à-vis des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement* »¹¹.

Les communications de l'ASN et de l'exploitant ne précisent pas si la modification initiale de conception, introduite en 2006, était réputée traitée dans le rapport préliminaire de sûreté du 9 mai 2006, constitutif du dossier de demande d'autorisation de création de l'EPR de Flamanville déposé à cette date par EDF. Elles n'indiquent pas non plus, dans le cas contraire, si elle a été traitée par la suite à travers une modification du rapport de sûreté. Ces éléments ne permettent ainsi pas de savoir si l'ASN a disposé, ni sous quelle forme ni à quel moment, de l'information relative à cette modification de conception.

¹⁰. ASN, lettre du 26 mars 2021, op. cit.

¹¹. ASN, *Décision n° 2015-DC-0532 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 17 novembre 2015 relative au rapport de sûreté des installations nucléaires de base*. Voir <http://bit.ly/penf0068>

Il apparaît en revanche clairement, à la lecture du courrier du 26 mars 2021 de l'ASN, que l'extension de la démarche d'exclusion de rupture décidée par EDF après la revue interne de mars 2014 a fait l'objet d'une modification correspondante du rapport de sûreté. L'ASN indique ainsi que « EDF a alors décidé d'intégrer ces soudures à la démarche d'exclusion de rupture, par modification du chapitre 5.2.3 du rapport préliminaire de sûreté ». Ce point soulève évidemment question.

Si l'ASN a bien été informée de l'intégration de ces soudures au périmètre de la démarche d'exclusion de rupture, lors d'une réunion avec l'exploitant le 6 mai 2014 consacrée plus généralement « aux essais non destructifs prévus pour la visite complète initiale du réacteur », les informations disponibles ne permettent pas de savoir quelle a été précisément la nature de l'information transmise oralement à l'ASN, ni de savoir si celle-ci a également pris une forme écrite. L'ASN reproche en tous cas à l'exploitant, dans son courrier du 26 mars 2021, de ne pas lui avoir fait une « présentation spécifique détaillée » en 2014. Pour autant, il est inquiétant de constater que l'exploitant puisse décider d'intégrer de nouveaux éléments au périmètre de la démarche d'exclusion de rupture, et modifier le rapport préliminaire de sûreté, sans que l'ASN ne soit en mesure d'identifier l'importance des enjeux par elle-même. Le directeur général adjoint de l'ASN a d'ailleurs reconnu auprès du *Canard enchaîné*¹² qu'en 2014, « il y avait là un fil qu'[elle] aurait pu tirer » mais que « ce n'était pas [sa] priorité ».

L'information disponible ne permet pas non plus de savoir à quelle date cette modification a été apportée au rapport de sûreté, si ce n'est qu'elle figurait en tous cas dans une version modifiée remise par EDF à l'ASN en mars 2015. Dans son courrier du 26 mars 2021 à EDF, l'ASN fait également mention d'une autre modification du rapport préliminaire de sûreté, qui pose des questions plus délicates encore.

Il apparaît en effet que « la version du rapport préliminaire de sûreté transmise en mars 2015 en appui de la demande d'autorisation de mise en service a supprimé, au paragraphe 6.3 du chapitre 5.4.3, l'exigence selon laquelle les matériaux d'apport utilisés ont des propriétés équivalentes aux matériaux de base ». Cette exigence, qui vise à garantir l'homogénéité des propriétés mécaniques du métal dans les zones de soudure, constitue un élément important dans la démarche de justification de la résistance à la rupture des soudures concernées, en particulier dans une démarche d'exclusion de cette rupture.

En premier lieu, cette suppression apparaît d'autant plus problématique qu'elle fait suite à la revue menée par Framatome et EDF sur les trois piquages qui a conclu en mars 2014 au respect a posteriori des exigences d'exclusion de rupture des soudures associées. Cette revue semble en effet n'avoir pu aboutir à cette conclusion favorable qu'en ne prenant pas ce critère pourtant constitutif de la démarche en compte. Ainsi, l'ASN conclut dans son courrier de mars 2021 que « les éléments transmis [par EDF] font apparaître que l'analyse du respect du référentiel d'exclusion de rupture menée en 2014 n'a pas porté sur l'ensemble des exigences applicables », en particulier concernant des propriétés moindres en terme de résilience et d'allongement du matériau d'apport par rapport au matériau de base. En d'autres termes, la décision d'EDF de juger les soudures des trois piquages couvertes par la démarche d'exclusion de rupture n'a pu être prise qu'au moyen d'une dégradation des exigences de ce référentiel, qui a opportunément fait ensuite l'objet d'une suppression du critère d'homogénéité de propriétés mécaniques dans le rapport préliminaire de sûreté.

Ensuite, l'absence apparente de notification de cette modification, indépendamment de l'enjeu spécifique qu'elle porte sur les soudures, interroge. Cette modification est certes intervenue quelques mois avant que ce principe soit ainsi formalisé, mais l'article 3.1.2 de la décision n° 2015-DC-0532 précitée stipule que « les modifications du rapport de sûreté par rapport à sa version précédente concernant des modifications de l'INB, de son environnement ou des évolutions de la démonstration de sûreté nucléaire, sont identifiées » et que « l'exploitant documente l'origine de ces modifications ». L'information disponible ne permet pas toutefois de trancher avec certitude sur l'absence de toute notification de la suppression dans la version de mars 2015 du rapport préliminaire de sûreté.

L'ASN souligne en revanche clairement que cette suppression constitue selon elle « une modification notable du référentiel de sûreté », qui a ce titre n'aurait pas seulement dû être correctement tracée dans le rapport, mais également justifiée. S'agissant d'un relâchement des exigences par l'abandon d'un critère, l'ASN affirme même que cette modification « ne saurait être acceptable sans justification approfondie ».

En conséquence, l'ASN demande fort logiquement à EDF, dans son courrier du 26 mars 2021, « de [lui] transmettre les motivations de la suppression de cette exigence et [son] analyse du déroulement du processus de modification du rapport de sûreté ». Si le défaut d'information de l'ASN par l'exploitant doit être souligné, il est inquiétant de constater que le rapport préliminaire de sûreté puisse être modifié de façon notable par l'exploitant sans que l'ASN ne le remarque par elle-même. Ceci interroge fortement sur la possibilité que d'autres modifications aient pu être introduites sans être détectées par l'autorité de sûreté.

12. *Le Canard enchaîné*, « EDF se montre soudure d'oreille », 31 mars 2021.

Enfin, ce constat est d'autant plus préoccupant que cette « modification notable du référentiel de sûreté » ne semble pas concerner que les trois piquages en cause. Le référentiel appliqué pour la démarche d'exclusion de rupture est en effet a priori celui qui s'applique au moins à l'ensemble des éléments du circuit primaire principal initialement couverts à la conception par cette démarche, voire aux éléments du circuit secondaire principal auquel cette démarche a été étendue, voire à d'autres équipements sous pression nucléaires du réacteur.

Alors que des anomalies de fabrications ont touché depuis 2015 plusieurs de ces composants, et que des instructions ont été menées pour vérifier leur conformité au référentiel d'exclusion de rupture, il est incompréhensible que cette évolution du référentiel n'ait pas été identifiée lors de ces instructions. Des informations supplémentaires seront nécessaires pour apprécier l'impact d'une telle modification du référentiel sur l'ensemble des composants concernés, et des vérifications nouvelles seront peut-être nécessaires. On peut relever à ce sujet, à la lumière de la lettre de l'ASN, qu'EDF n'a pas encore fini sa revue du respect des exigences du référentiel d'exclusion de rupture des tuyauteries du circuit primaire principal, et que la qualification de ces tuyauteries n'est donc pas encore acquise à ce jour.

Traitement de l'écart

Le constat de cet écart sur les piquages place en tous cas une nouvelle fois EDF dans une situation délicate. Le retour à la situation issue des modifications de 2006, où les piquages sont selon EDF conformes aux exigences initiales de la réglementation ESPN mais non couverts par le référentiel d'exclusion de rupture, conduit à devoir postuler l'hypothèse d'une brèche aux soudures de ces piquages. Ceci implique de reprendre les études de sûreté correspondante, dans une proportion qui dépend de l'ampleur du débit supplémentaire à prendre en compte par rapport à l'hypothèse maximale actuellement retenue, avec des implications incertaines mais potentiellement importantes sur les résultats de ces études. Cette démarche est susceptible de déboucher sur des besoins de renforcement du dimensionnement des dispositions actuellement prévues, même si cela ne concerne pas la principale d'entre elle – l'injection de sécurité – pour les raisons exposées précédemment. On ne peut pas exclure d'éventuelles modifications matérielles, qui pourraient s'avérer lourdes dans la mesure où elles devraient intervenir sur des équipements déjà fabriqués et implantés dans les bâtiments du réacteur.

Face à cette perspective, EDF semble au contraire privilégier la voie d'une reprise des soudures en vue d'atteindre la conformité aux exigences renforcées du référentiel d'exclusion de rupture. En effet, le Figaro rapporte que « EDF étudie trois options pour satisfaire aux exigences de sûreté, qui toutes nécessitent une intervention sur les piquages, voire leur remplacement ». Cette approche laisse intrinsèquement entière la question de principe sur l'acceptabilité, sur le plan réglementaire, de l'application a posteriori d'une démarche d'exclusion de rupture à des composants qui n'en ont pas fait l'objet à l'étape de leur conception et de leur fabrication.

Le retour à la conformité, même par cette approche dévoyée, reste en l'état des maigres informations disponibles incertain. Ni EDF ni l'ASN n'ont fourni d'indication sur le temps qu'elles estiment nécessaire pour évaluer plus en détail les options, qualifier la solution retenue et la faire approuver par l'ASN avant de la mettre en œuvre. Au contraire, EDF a comme toujours annoncé, par le biais de son service communication, que « cela n'entraînera pas de retard, ni de surcoût »¹³. On se souvient qu'en 2018, lors de la communication au public des problèmes liés aux soudures du circuit secondaire principal, EDF avait déjà déclaré que « le groupe assure que ces problèmes n'auront pas de conséquences sur le calendrier du chantier – le réacteur doit démarrer à la fin de l'année – ni sur son coût, qui reste estimé à 10,5 milliards d'euros »¹⁴. Selon les dernières estimations, la reprise de ces soudures devrait s'étaler au moins jusqu'à fin 2022, et coûter 1,5 milliard d'euros¹⁵.

Il est possible, compte tenu du délai très important qu'impose effectivement la réparation des nombreuses soudures du circuit secondaire, que le nouvel écart que soulèvent les soudures de piquages du primaire puisse être résorbé dans l'intervalle, mais rien ne permet aujourd'hui de l'affirmer. Il faut rappeler que le traitement en cours des différentes non conformités repérées n'enlève rien à la nécessité de procéder à tous les essais nécessaires aux différentes qualifications préalables au démarrage du réacteur, d'autant plus critiques que les retards induisent un vieillissement des équipements et matériaux en place, sans écarter par ailleurs le risque que de nouvelles non conformités de nature similaire puissent encore être identifiées.

13. *Ouest France*, « Chantier EPR de Flamanville. Un "événement significatif" déclaré à l'Autorité de sûreté nucléaire », 7 mars 2021. Voir <http://bit.ly/penf0059>

14. *Les Échos*, « EDF : une "anomalie notable" détectée sur l'EPR de Flamanville », 22 février 2018. Voir <http://bit.ly/penf0060>

15. *Le Figaro*, op. cit.

Comme le rappelle EDF dans son document de référence, le délai maximum pour la mise en service prévu par le Décret d'autorisation de création, initialement fixé au 11 avril 2017 et reporté par décret à deux reprises, est le 11 avril 2024¹⁶, et le calendrier va devenir tendu à mesure que les délais conduisent à s'approcher de cette échéance. Par ailleurs, c'est également en 2024 au plus tard que l'ASN a prescrit, au titre du traitement du problème sur la cuve, le remplacement du couvercle actuel par un couvercle fabriqué selon un procédé conforme et ne présentant pas le même défaut de concentration de carbone : il sera peut-être pertinent à un certain point, en fonction de l'état d'avancement du chantier, de procéder à ce remplacement avant le démarrage.

Défaillances des processus

La liberté dont dispose EDF pour fournir une information au mieux imprécise, parfois factuellement contredite par l'ASN et souvent trompeuse par omission, est une figure récurrente dans les différents dossiers qui se sont succédés ces dernières années concernant le chantier de l'EPR. Cette liberté, compte tenu de ses implications multiples, comme les distorsions d'information qu'elle induit auprès des acteurs du marché de l'énergie ou des acteurs des marchés financiers, et de ses répercussions politiques, pose un véritable problème éthique et démocratique.

Plus fondamentalement, cette capacité à se soustraire à un devoir d'information pleine et entière du public sur les difficultés rencontrées sur le chantier sert une stratégie dont la répétition, au fil des dossiers, ne laisse plus croire au hasard. Celle-ci repose d'abord sur la création, par défaut de vigilance technique, managériale ou par volonté assumée, de situations de fait-accompli industriel issues de problèmes de conformité qu'il paraissait pourtant possible d'anticiper sur le plan technique. Ces situations font ensuite, une fois formellement rapportées à l'ASN, l'objet de propositions de traitement des écarts qui reposent toujours, en première instance, sur une démarche de justification en l'état du caractère suffisant, vis-à-vis des exigences de qualité tirées de la réglementation ESPN et/ou des exigences de sûreté tirées de la réglementation INB, des matériels et des dispositions en place. Cette approche conduit toujours in fine à l'élaboration par EDF et l'ASN de démarches et de solutions dérogatoires qui, même si elles ont un impact parfois considérable en termes de coûts et de délais pour EDF, sont en réalité moins pénalisantes pour l'exploitant que la remise en conformité au plus près du référentiel initial.

C'est donc à juste titre que l'ASN indique dans sa note d'information du 16 mars 2021 qu'elle a « demandé à EDF d'identifier les causes profondes de cet écart et les raisons de sa détection tardive, et de mettre en œuvre les actions correctives qui devront notamment permettre de s'assurer de l'absence d'autres écarts sur le circuit primaire principal ». On soulignera toutefois que l'ASN a déjà adressé à EDF des demandes similaires, formulées dans des termes très proches, dans le cadre de dossiers précédents, qu'il s'agisse de la cuve de l'EPR ou des soudures du circuit secondaire par exemple, sans qu'aucune information concrète n'en ressorte ni qu'aucune action corrective efficace ne semble mise en place.

L'ASN ne saurait en réalité, par cette demande, s'affranchir de la nécessaire réflexion sur sa propre responsabilité dans ces dossiers. Celle-ci est d'autant plus lourde qu'elle y joue, au titre de la réglementation ESPN, non seulement un rôle de contrôle mais aussi d'expertise, à travers sa Division des équipements sous pression (DEP), là où elle s'appuie au contraire en général, dans sa fonction d'autorité, sur le soutien technique que lui apporte l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Comme dans le cas de la cuve ou dans celui des soudures, la vigilance de l'ASN semble clairement avoir été prise en défaut, à trois niveaux au moins dans ce nouveau dossier.

D'abord, Framatome et EDF ont pu introduire en 2006 la modification des piquages et poursuivre leur fabrication en usine et leur installation sur site sans que l'implication de ce changement sur les études de sûreté, non identifiée ou volontairement masquée par EDF, ne soit repérée par l'ASN. Ensuite, après qu'EDF a formellement identifié ce problème en 2013, l'exploitant a pu choisir en 2014 de modifier son référentiel pour étendre a posteriori le critère d'exclusion de rupture aux soudures concernées par cette modification, et considérer dès lors que l'installation était en conformité, là encore sans que cela ne soit repéré par l'ASN.

Enfin, EDF a pu modifier en 2015, a posteriori, les exigences associées au référentiel d'exclusion de rupture en abandonnant certains critères pour valider sa conclusion sur la conformité des piquages à ces exigences, et porter cette modification notable du référentiel de sûreté dans le rapport préliminaire de sûreté, sans que l'ASN ne détecte cette modification qu'elle juge pourtant, maintenant qu'elle est identifiée, inacceptable en l'état. Ce manque interroger d'autant plus dans le contexte d'importantes instructions menées ces dernières années sur d'autres composants pour lesquels des anomalies ou non conformités conduisaient à devoir vérifier leur conformité au référentiel d'exclusion de rupture.

16. EDF, Document d'enregistrement universel 2020, 15 mars 2021. Voir <http://bit.ly/penf0061>

Il semble, à la lumière des informations disponibles, que l'écart de conformité désormais déclaré n'aurait probablement pas été identifié sans la mise en place d'un processus spécifique, hors de l'instruction des procédures ordinaires. Ce processus est toutefois sans lien direct avec ce problème. La démarche de vérification des soudures du circuit primaire principal, initiée par les problèmes observés sur le circuit secondaire, portait en effet sur la recherche d'éventuels défauts de qualité de conception ou de fabrication de ces soudures, en regard notamment du référentiel d'exclusion de rupture : ainsi, c'est fortuitement que le problème de l'élargissement des soudures des piquages, qui ne correspondait pas à l'objet technique de cette revue et n'entraînait pas dans son périmètre, a été repéré par ce biais.

Le contraste entre le caractère fortuit de cette découverte et la nature au contraire récurrente des schémas à l'origine de cette non-conformité, tels que ce dossier les met une nouvelle fois en évidence, ne peut que renforcer les doutes sur la capacité des démarches actuelles à capturer l'ensemble des écarts de ce type. Les défaillances observées ne sont pas compatibles avec le niveau de garantie que l'ASN se doit d'apporter au public pour maintenir sa confiance dans le système d'évaluation des risques et de contrôle des activités nucléaires, et confortent l'idée que nous sommes confrontés à une « *crise systémique de la sûreté* »¹⁷.

¹⁷. Comptes rendus des auditions d'Yves Marignac du 15 février 2018 et du 14 juin 2018, in Assemblée nationale, *Rapport au nom de la commission d'enquête sur la sûreté et la sécurité nucléaire*, n° 1122, Tome II, 28 juin 2018. Voir <http://bit.ly/penf0063>