



**Avis n° 2019-AV-0331 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 23 juillet 2019  
relatif au dossier d'options de sûreté présenté par EDF pour le projet  
de piscine d'entreposage centralisé de combustibles usés**

L'Autorité de sûreté nucléaire,

Vu le code de l'environnement, notamment le titre IX de son livre V ;

Vu l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base ;

Vu l'arrêté du 23 février 2017 pris en application du décret n° 2017-231 du 23 février 2017 pris pour application de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs ;

Vu la décision n° 2009-DC-0153 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 août 2009 relative aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique ;

Vu la 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 ;

Vu l'avis n° 2018-AV-0316 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 octobre 2018 relatif à la cohérence du cycle du combustible nucléaire en France ;

Vu la règle fondamentale de sûreté du 7 octobre 1992 relative à la prise en compte des risques liés aux chutes d'aéronefs (RFS I.1.a) ;

Vu les courriers de l'Autorité de sûreté nucléaire référencés CODEP-DRC-2017-022893 du 22 juin 2017 et CODEP-DRC-2018-032074 du 8 août 2018 ;

Vu l'avis du Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et usines référencé CODEP-MEA-2018-060644 du 7 janvier 2019 ;

Vu le courrier d'EDF référencé D455517005067 du 19 avril 2017 soumettant à l'avis de l'Autorité de sûreté nucléaire les options de sûreté du projet de piscine d'entreposage centralisé de combustibles usés, complété par les courriers référencés PEC-DP2DPP-00001-ASN du 31 juillet 2017, PEC-DP2DPP-00002-ASN du 24 octobre 2017, PEC-DP2DPP-00003-ASN du 17 novembre 2017, PEC-DP2DPP 00005-ASN du 28 novembre 2018 et PEC-DP2DPP-00007-ASN du 15 mars 2019 ;

Vu les résultats de la consultation du public sur le projet d'avis du 16 mai au 5 juin 2019 ;

Vu les observations d'EDF en date du 4 juin 2019 ;

Considérant que, par courrier du 19 avril 2017 susvisé, EDF a transmis le dossier d'options de sûreté, au sens de l'article R. 593-14 du code de l'environnement, d'un projet de piscine d'entreposage centralisé de combustibles usés, en réponse à l'article 10 de l'arrêté du 23 février 2017 susvisé ; que ce projet vise à créer de nouvelles capacités d'entreposage de combustibles usés pour faire face au risque de saturation des capacités actuelles ; qu'EDF a mis à jour son dossier par courriers du 24 octobre 2017, du 17 novembre 2017, du 28 novembre 2018 et du 15 mars 2019 susvisés, en réponse notamment aux demandes et aux remarques de l'ASN du 22 juin 2017 et du 8 août 2018 susvisées,

## **Rend l'avis suivant :**

### **1. Concernant la stratégie de gestion des combustibles usés**

Considérant qu'EDF envisage la construction d'une piscine d'entreposage centralisé de combustibles usés, constituée de deux bassins dont la mise en service sera échelonnée dans le temps ; que la durée de fonctionnement de l'installation est prévue pour une centaine d'années ;

Considérant qu'EDF envisage d'y entreposer 10 000 tonnes de métal lourd (tML), principalement des assemblages combustibles à base d'oxydes mixtes d'uranium et de plutonium (MOX) et à base d'uranium de retraitement (URE), correspondant à environ 21 000 assemblages combustibles usés ; qu'EDF envisage également d'y entreposer les assemblages du réacteur Superphénix définitivement arrêté, actuellement entreposés dans l'atelier pour l'entreposage du combustible de Creys-Malville (INB n° 141) dont le fonctionnement est autorisé jusqu'en 2035 ;

Considérant, par ailleurs, qu'EDF prévoit la possibilité d'entreposer dans cette piscine des assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium naturel enrichi (UNE) usés en provenance des piscines des réacteurs, en cas d'impossibilité momentanée de les envoyer dans l'établissement de retraitement de La Hague ;

Considérant que tous ces assemblages combustibles seraient transportés ultérieurement à La Hague pour traitement ou seraient stockés directement en couche géologique profonde ;

Considérant qu'EDF saisira la Commission nationale du débat public de ce projet et présentera, conformément à l'article L. 121-8 du code de l'environnement, « *ses enjeux socio-économiques, son coût estimatif, l'identification des impacts significatifs sur l'environnement ou l'aménagement du territoire, une description des différentes solutions alternatives, y compris l'absence de mise en œuvre du projet* »,

L'ASN estime que ce projet d'installation s'inscrit dans la politique de retraitement actuelle et permet de répondre à la problématique de saturation des capacités d'entreposage, soulignée dans l'avis de l'ASN du 18 octobre 2018 susvisé.

### **2. Concernant les objectifs généraux de sûreté et de radioprotection**

Considérant que les objectifs généraux de sûreté retenus pour le projet de piscine d'entreposage centralisé de combustibles usés consistent à prévenir toute situation d'accident conduisant l'État à mettre en œuvre les actions de protection de la population décrites dans la décision du 18 août 2009 susvisée ; qu'EDF prévoit à ce titre, pour des situations particulièrement sévères, des dispositions facilitant la gestion de situations post-accidentelles, notamment par le maintien du fonctionnement de certains moyens de manutention,

L'ASN estime que les objectifs généraux de sûreté proposés par EDF pour la conception de cette nouvelle installation sont satisfaisants.

L'ASN rappelle qu'en application de l'article 3.4 de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé, EDF devra présenter, dans sa demande d'autorisation de création, les objectifs et les dispositions qu'elle prévoit à la conception en matière de protection contre les rayonnements ionisants des personnes et de l'environnement.

L'ASN considère que le respect des objectifs associés à l'évaluation des conséquences radiologiques ne doit pas faire obstacle à une démarche d'optimisation et d'amélioration continue à mettre en œuvre lors de la conception.

### 3. Concernant les choix de conception

Considérant qu'EDF envisage un entreposage en eau claire (non-borée) avec une surveillance, une épuration et une filtration de cette eau permettant de limiter les phénomènes de vieillissement du bassin et des assemblages combustibles entreposés,

L'ASN estime que ce concept permet d'atteindre un bon niveau de maîtrise du vieillissement de ces assemblages et permet de disposer de lignes de défense efficaces et résilientes pour prévenir le risque de perte d'intégrité de gaines de combustible et, si une telle perte devait se produire, limiter la dissémination de substances radioactives.

Considérant que le projet porte sur une piscine constituée de deux bassins semi-enterrés, sans traversée en dessous du niveau d'eau nominal et disposant de paniers d'entreposage mobiles, qui facilitent l'inspection de l'ouvrage,

L'ASN estime qu'un retour d'expérience important et satisfaisant existe pour de tels ouvrages dans des installations nucléaires actuellement en fonctionnement.

Considérant qu'EDF envisage une structure de protection dimensionnée à une chute d'aéronef, un terminal ferroviaire dans le périmètre du site assurant la gestion des transports et des emballages sans manutention intermédiaire, ainsi que la séparation géographique et la redondance de chacun des deux trains de refroidissement de la piscine,

L'ASN estime que le projet d'EDF présente, au regard des installations nucléaires existantes d'entreposage de combustibles usés, des améliorations significatives pour la sûreté.

Considérant que les principales fonctions de l'installation sont la réception des emballages de transport contenant les combustibles usés, leur déchargement et leur entreposage sous eau en vue de leur réexpédition ultérieure ; que ces opérations auront donc vocation à être réalisées, plusieurs décennies après la réception initiale, dans le sens inverse, à savoir le désentreposage des assemblages, leur chargement dans des emballages et leur expédition,

L'ASN estime que les choix de conception proposés par EDF pour le procédé de déchargement à sec des assemblages sont adaptés au regard des enjeux de protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement.

Considérant que le système d'étanchéité des bassins est composé d'une peau métallique étanche fixée sur une structure en béton armé ; que ce système présente un enjeu particulier compte tenu de la durée d'entreposage envisagée ; qu'il assure une barrière de confinement, et qu'EDF doit garantir son intégrité pour une durée de vie au moins égale à celle de l'installation ; que la peau métallique est difficile à remplacer,

L'ASN estime que les principes de conception qu'EDF retient pour le système d'étanchéité des bassins sont, de manière générale, adaptés.

L'ASN estime nécessaire qu'EDF justifie les éléments relatifs à la conception de la peau métallique et à ses ancrages dans le béton, à la conception du système de drainage et de détection de fuite, à la conception des ancrages des échangeurs immergés, à la limitation des déformations du génie civil du bassin imposées à la peau métallique en toute situation et au choix de qualité de béton spécifique constituant le bassin, visant à assurer la durabilité des structures de génie civil. EDF devra porter une attention particulière à la conception, la réalisation et la surveillance de la peau métallique.

La conception retenue sera justifiée, y compris par des éléments de nature expérimentale, notamment en ce qui concerne :

- la validation du dimensionnement,
- la capacité de réalisation,
- la caractérisation des phénomènes de vieillissement,
- la surveillance et la détection des fuites.

L'ASN estime nécessaire qu'EDF procède à des contrôles renforcés en fabrication de la peau métallique.

L'ASN estime que des dispositifs de contrôle devront être mis en place, en complément des inspections visuelles, pour surveiller l'état des ouvrages de génie civil (y compris des joints structurels) et de la peau métallique durant toute la durée d'exploitation de l'installation.

Considérant qu'EDF prévoit la possibilité de remplacement des patins antisismiques de supportage des bassins ; que le comportement sismique de l'ouvrage pourrait être modifié si un bassin reposait à la fois sur des patins vieillis et des patins neufs ; qu'au regard de la durée d'exploitation prévue de l'installation, et des exigences qui leur sont attribuées, le remplacement de l'ensemble de ces patins doit être envisagé,

L'ASN estime nécessaire qu'EDF démontre, dans sa demande d'autorisation de création, sa capacité à assurer le remplacement des patins antisismiques et définisse :

- une stratégie pour leur remplacement complet,
- les critères de maîtrise de leur vieillissement,
- sa stratégie à long terme d'approvisionnement et de qualification de ces équipements.

Considérant qu'EDF envisage la mise en service du second bassin de son projet de piscine environ dix ans après celle du premier bassin,

L'ASN estime nécessaire qu'EDF prenne en compte le retour d'expérience issu de l'exploitation du premier bassin pour la conception du second bassin de la piscine d'entreposage centralisé.

#### **4. Concernant la démonstration de sûreté**

##### ***4.1. Démarche générale***

Considérant qu'EDF présente, dans son dossier d'options de sûreté (DOS), pour définir les règles de conception de l'installation, une liste d'événements déclencheurs uniques, et les cumuls plausibles d'événements pris en compte, susceptibles d'être à l'origine, directement ou indirectement, d'une situation d'incident ou d'accident ; que les agressions internes et externes mentionnées aux articles 3.5 et 3.6 de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé sont reprises pour définir les éléments de conception à retenir pour l'installation ;

Considérant qu'EDF a mis en œuvre une démarche de conception structurée, en étudiant différentes catégories d'accidents en fonction de leur probabilité d'occurrence et en présentant les dispositions associées aux différents niveaux de la défense en profondeur,

L'ASN estime que la démarche retenue par EDF en matière de démonstration de sûreté est satisfaisante.

#### **4.2. Chute accidentelle d'aéronefs**

Considérant que, dans son DOS du 19 avril 2017 susvisé, EDF retenait, sur la base de considérations probabilistes, la chute accidentelle d'un aéronef de l'aviation générale pour le dimensionnement de l'installation ; que cette proposition s'inscrivait dans le cadre de la règle fondamentale de sûreté du 7 octobre 1992 susvisée ;

Considérant que l'évolution future de l'environnement aéronautique d'un site d'implantation ne peut être anticipée avec certitude compte tenu de la durée de vie envisagée de l'installation ; que la protection contre la chute d'aéronef peut difficilement être améliorée au cours de la vie d'une installation ; que l'accident de Fukushima Daiichi conduit à s'interroger davantage sur les événements rares, plus sévères que ceux pris en compte dans le domaine de conception de référence de l'installation et dont les conséquences pourraient être significativement plus importantes ;

Considérant qu'EDF, au cours de l'instruction, a pris l'engagement de prendre en compte la chute accidentelle d'un aéronef militaire dans la conception de son installation ;

Considérant que les objectifs de sûreté associés à un tel accident doivent être précisés dès à présent, en vue de leur prise en compte dans la demande d'autorisation de création de cette installation,

L'ASN note favorablement l'engagement d'EDF, plus exigeant que la règle fondamentale de sûreté du 7 octobre 1992 susvisée applicable.

L'ASN estime nécessaire que, dans sa demande d'autorisation de création, EDF prenne en compte la chute accidentelle d'aéronefs de l'aviation militaire et commerciale. Pour une telle situation, EDF justifiera :

- le maintien de la sous-criticité ;
- la maîtrise de l'évacuation de la puissance thermique résiduelle des assemblages combustibles ;
- le fait que les éventuels rejets radioactifs ne conduiraient pas l'État à mettre en œuvre les actions de protection de la population décrites dans la décision du 18 août 2009 susvisée.

#### **4.3. Choix du site**

Considérant qu'au stade du DOS, EDF n'a pas défini de site d'implantation de l'installation ; qu'EDF présente néanmoins les agressions externes retenues ainsi que des niveaux d'aléas pour certaines de ces agressions,

Une fois le site retenu, l'ASN estime nécessaire qu'EDF vérifie que ces niveaux d'aléas sont appropriés.

#### **4.4. Agressions externes naturelles extrêmes**

Considérant qu'EDF n'a pas défini dans son DOS les niveaux d'aléas retenus pour toutes les agressions externes naturelles extrêmes ; que les exploitants d'INB existantes ont défini des niveaux d'aléas auxquels doivent résister les équipements importants pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement (EIP) du *noyau dur* de leurs installations,

L'ASN estime nécessaire qu'EDF retienne, pour le dimensionnement des EIP qui contribuent à la gestion des situations d'agressions extrêmes, des niveaux d'aléas qui couvrent ceux retenus pour le *noyau dur*, si le site comprend déjà une INB, ou répondent aux mêmes exigences dans le cas contraire.

L'ASN estime, en outre, nécessaire que le dimensionnement de ces EIP intègre des marges prudentes.

Considérant que l'article 4.1.2 de la décision du 17 novembre 2015 susvisée dispose que la version préliminaire du rapport de sûreté qui accompagnera la demande d'autorisation de création d'EDF explicite notamment « *les conditions climatiques et la météorologie ainsi que leurs évolutions prévisibles pendant la période d'exploitation de l'INB* » ; qu'au regard de la période d'exploitation envisagée pour cette installation, certaines évolutions pourraient ne pas être prévisibles avec précision,

L'ASN estime nécessaire qu'EDF démontre, dans sa demande d'autorisation de création, que l'installation dispose de possibilités d'adaptation pour tenir compte des évolutions des conditions climatiques et météorologiques non connues à ce jour.

#### ***4.5. Élimination pratique***

Considérant que l'article 3.9 de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé, dispose que « *la démonstration de sûreté nucléaire doit justifier que les accidents susceptibles de conduire à des rejets importants de matières dangereuses ou à des effets dangereux hors du site avec une cinétique qui ne permettrait pas la mise en œuvre à temps des mesures nécessaires de protection des populations sont impossibles physiquement ou, si cette impossibilité physique ne peut être démontrée, que les dispositions mises en œuvre sur ou pour l'installation permettent de rendre ces accidents extrêmement improbables avec un haut degré de confiance* » ;

#### ***Oxydation vive du zirconium des gaines du combustible***

Considérant que, dans son DOS, EDF apporte des éléments de démonstration du fait que la puissance thermique résiduelle du combustible réceptionné ne permet physiquement pas d'atteindre la température d'oxydation vive du zirconium des gaines du combustible lors de sa manutention à sec, en emballage ou hors emballage,

L'ASN estime acceptable la démarche consistant à démontrer, sur la base d'études thermiques, que l'oxydation vive du zirconium de la gaine des crayons des assemblages combustibles est impossible physiquement. EDF devra présenter ces études thermiques, dans le cadre de sa demande d'autorisation de création, ainsi que les hypothèses pénalisantes sur lesquelles elle fonde cette démonstration.

#### ***Fusion du combustible entreposé ou manutentionné sous eau***

Considérant qu'EDF estime que la limitation des effets d'une fusion, consécutifs au découvrément d'assemblages de combustibles usés entreposés sous eau, n'est pas raisonnablement possible en l'état actuel des connaissances ; qu'EDF souhaite donc démontrer, dans sa demande d'autorisation de création, qu'il retient des options de conception permettant de rendre cette fusion extrêmement improbable, avec un haut degré de confiance ;

Considérant que deux scénarios accidentels pourraient conduire à une telle fusion du combustible induite par une baisse du niveau d'eau, à savoir la perte totale et prolongée de refroidissement ou la vidange accidentelle massive à la suite d'une brèche dans une structure assurant l'intégrité du bassin ;

#### ***Perte totale et prolongée de refroidissement***

Considérant que la séparation géographique et la redondance de chacun des deux trains de refroidissement de la piscine conduit notamment EDF à considérer comme hautement improbable la perte totale et prolongée de refroidissement d'un bassin d'entreposage ; qu'EDF indique que, si leur perte devait se produire, la cinétique d'échauffement de l'eau du bassin puis de baisse du niveau d'eau par évaporation serait lente ; qu'ainsi, la cote d'eau permettant les interventions humaines depuis le bord du bassin serait assurée pendant une semaine, et la cote d'eau garantissant l'absence de découvrément du combustible entreposé serait assurée pendant environ deux semaines ; que ces durées seront déterminées dans la demande d'autorisation de création ;

Considérant qu'EDF précise que la mise en œuvre de l'appoint d'eau à l'aide de moyens mobiles sera réalisée par la force d'action rapide nucléaire (FARN) ; que son délai d'intervention est compatible avec la cinétique d'échauffement de l'eau ;

Considérant qu'EDF ne doit pas attendre l'arrivée de la FARN pour compenser la perte d'eau des bassins par évaporation ;

Considérant que la source d'eau externe faisant office d'appoint d'eau ultime, les points de connexion, ainsi que les équipements associés au maintien du niveau de l'eau, permettant ainsi d'évacuer durablement la puissance résiduelle, qui seront définis par EDF, sont des EIP qui devront être qualifiés et protégés contre les agressions internes et externes extrêmes pertinentes,

L'ASN estime nécessaire que, dans sa demande d'autorisation de création, EDF démontre :

- qu'elle dispose des moyens permettant l'alimentation en eau des bassins par ses équipes locales avant l'arrivée de la FARN,
- que l'appoint ultime en eau des bassins pourra être réalisé sans que des personnels n'aient à accéder à l'intérieur du bâtiment les abritant.

#### *Vidange accidentelle à la suite d'une brèche*

Considérant qu'EDF estime hautement improbable, avec un haut niveau de confiance, la vidange accidentelle d'un bassin en se fondant sur la qualité de réalisation de l'ouvrage et l'absence d'événement déclencheur, du fait des dispositions de protection envisagées ; que cette démarche est conforme à l'article 3.9 de l'arrêté du 7 février 2012 susvisé ; qu'EDF s'est engagé à produire, dans sa demande d'autorisation de création, une étude justifiant que, pour un scénario postulé de vidange soudaine d'un bassin, la configuration de la zone située sous le bassin permet d'éviter le découverture des assemblages combustibles,

L'ASN estime nécessaire que, dans sa demande d'autorisation de création, EDF définisse des dispositions pour maintenir sous eau de manière passive les assemblages entreposés ou manutentionnés dans le bassin d'entreposage et dans le canal de transfert, pour un scénario postulé de vidange accidentelle massive d'un bassin d'entreposage ou d'un canal de transfert de l'installation à la suite d'une brèche dans une structure assurant leur intégrité, pendant une durée compatible avec le délai de mise en œuvre des moyens de gestion de cette situation d'urgence.

#### **4.6. Concernant la maîtrise d'une situation post-accidentelle**

Considérant qu'EDF définit deux états à atteindre en situation post accidentelle :

- un état, dit « sûr », pour lequel la sous-criticité est assurée, l'évacuation de la puissance thermique résiduelle des assemblages combustibles usés et les éventuels rejets radioactifs sont maîtrisés ;
- un état de « reprise d'exploitation », considéré comme effectif dès qu'il sera possible de mettre en œuvre des dispositions (éventuellement externes à l'installation) permettant le rétablissement du fonctionnement des systèmes assurant l'évacuation de la puissance résiduelle et le confinement ;

Considérant que la reprise de fonctionnement implique de disposer, en situation post-accidentelle, dans des délais raisonnables au regard de la sûreté, de moyens de manutention adaptés, afin d'assurer, si nécessaire, la reprise puis le transport des assemblages combustibles,

L'ASN estime nécessaire qu'EDF définisse, dans sa demande d'autorisation de création, les dispositions pour la gestion à long terme des situations post-accidentelles, notamment en termes de moyens de manutention, jusqu'à un état permettant la reprise du fonctionnement dans des conditions où l'ensemble des fonctions de sûreté sont assurées.

\*

\* \*

Le présent avis sera complété par une lettre adressée à EDF précisant les options de sûreté satisfaisantes, ainsi que les études et justifications complémentaires nécessaires à l'éventuelle demande d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base.

Fait à Montrouge le 23 juillet 2019.

Le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire\*,

*Signé par*

Bernard DOROSZCZUK

Sylvie CADET-MERCIER

Philippe CHAUMET-RIFFAUD

Lydie EVRARD

\* *Commissaires présents en séance*