



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 9 février 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00025

Objet : Réacteurs électronucléaires EDF - PT ECS 11 du 26 juin 2011 - Confortement pérenne de la « digue en gravier » du canal de Donzère Mondragon - Dispositif de protection de la digue autour des conduites appartenant à ORANO.

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DCN-2022-001871 du 12 janvier 2022.
[2] Avis IRSN N° 2021-00124 du 7 juillet 2021.

Le centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) du Tricastin est situé à proximité immédiate du canal de Donzère Mondragon. Le niveau de la plateforme de cette installation étant situé à plusieurs mètres au-dessous du fil d'eau du canal, il existe un risque d'inondation du site en cas de dégradation, voire de rupture, de la digue située en rive droite de ce canal.

À la suite de l'accident de Fukushima-Daiichi et des études complémentaires de sûreté réalisées par EDF, l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) a prescrit à EDF un ensemble de dispositions ayant pour objectif de renforcer la résistance des centrales nucléaires à des événements extrêmes. L'ASN a notamment demandé à EDF, par sa prescription technique PT ECS 11, d'étudier le niveau de robustesse au séisme des digues du canal de Donzère Mondragon et des autres ouvrages de protection du CNPE du Tricastin contre l'inondation. Ce niveau de robustesse est jugé satisfaisant si les ouvrages conservent leur fonction de protection contre l'inondation à l'issue d'un séisme de niveau noyau dur¹ (SND).

Au terme de l'étude demandée, EDF a identifié les ouvrages de protection contre l'inondation comme étant les digues en rive droite du canal de Donzère Mondragon situées entre le point kilométrique (PK) 179,7 et le PK 185,2. EDF a également confirmé en 2013 la robustesse, à l'égard du SND, de l'ensemble des ouvrages, à l'exception d'un tronçon d'une longueur d'environ 500 m situé en limite nord du CNPE du Tricastin, appelé « digue en gravier ». EDF a alors prévu de réaliser un confortement pérenne devant assurer la stabilité de cette digue en cas de SND.

Par ailleurs, des conduites appartenant à ORANO, véhiculant de l'eau, traversent la digue en gravier dans son secteur central. La rupture, notamment à la suite d'un séisme, d'une ou de plusieurs de ces conduites pourrait conduire à une érosion externe du talus aval de la digue (voir Figure 1 en Annexe), et à une éventuelle rupture

¹ Le séisme noyau dur correspond au niveau de séisme à retenir pour l'étude du comportement des éléments du noyau dur défini au terme de l'analyse du retour d'expérience de l'accident de Fukushima-Daiichi.

MEMBRE DE
ETSON

de cette dernière. Afin de maîtriser ce risque, EDF propose de mettre en place un dispositif de protection de la digue dans ce secteur.

Par lettre citée en première référence, l'ASN a demandé l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'acceptabilité du dispositif de protection de la digue en cas de rupture des conduites ORANO proposé par EDF et son caractère suffisant pour garantir la résistance de la « digue en gravier » au SND, ainsi que sur le caractère suffisant des dispositions prévues par EDF pour garantir la résistance de cette digue au SMS² pendant la phase de travaux.

De l'évaluation des documents transmis par EDF, tenant compte des informations apportées au cours de son expertise, l'IRSN retient les éléments suivants.

1. ANALYSE DE RISQUES PRÉSENTÉE PAR EDF

Les conduites appartenant à ORANO traversant la digue en rive droite se trouvent dans le secteur central de la digue en gravier, constitué de matériaux sablo-graveleux non liquéfiables³ en cas de séisme de niveau noyau dur. Elles sont repérées par les lettres A à F du Nord vers le Sud :

- A : conduite en béton à âme tôle de prise d'eau brute, de diamètre 500 mm. Cette conduite n'est pas utilisée, et reste hors d'eau ;
- B et C : conduites en béton à âme tôle de prise d'eau brute, de diamètre 500 mm ;
- D : conduite en béton à âme tôle de rejet d'eau pluviale, de diamètre 1500 mm, se scindant en haut de la digue en deux conduites de diamètre 1000 mm. Cette conduite est ouverte à son extrémité haute ;
- E et F : conduites en acier de rejet d'eau industrielle, de diamètre 300 mm.

Depuis le site ORANO, après avoir franchi le contre-canal à l'ouest de la digue, ces conduites sont enterrées dans le talus aval de la digue en gravier (voir Figure 1 en Annexe), puis passent à environ 1 mètre sous la crête de la digue avant de redescendre dans le canal de Donzère Mondragon, à l'exception des deux conduites « D » de diamètre 1000 mm qui débouchent sur un déversoir en béton situé sous la crête de la digue.

Selon EDF, en cas de rupture d'une des canalisations d'ORANO à un niveau inférieur à celui du canal, le risque de siphonage de l'eau du canal n'est pas exclu car ces conduites ne sont pas équipées de vannes d'isolement fonctionnelles sur un point haut, sous la crête de digue. Ce siphonage se traduirait par un déversement d'eau et un éventuel phénomène d'érosion externe du talus aval de la digue, pouvant conduire à une rupture de cette dernière. Toutefois, ce risque ne concerne ni la conduite A, qui n'est pas utilisée, ni la conduite D qui est ouverte en tête de digue. En conséquence, seules les quatre conduites B, C, E et F présentent un risque pour la digue et justifient qu'une protection de cette dernière soit mise en place. Par ailleurs, le phénomène de siphonage ne pouvant se produire que si la brèche se trouve au-dessous du niveau d'eau du canal, soit + 58,65 NGF, EDF propose de protéger la digue en-dessous de la cote + 59 NGF.

L'IRSN n'a pas d'observation sur l'analyse de risque présentée par EDF.

² Le séisme majoré de sécurité est le niveau sismique retenu pour le dimensionnement au séisme des installations nucléaires. Il est défini en ajoutant conventionnellement 0,5 à la magnitude du séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV). Ce dernier correspond au séisme le plus pénalisant susceptible de se produire sur une durée d'environ 1000 ans, évalué sur la base des séismes historiquement connus.

³ La liquéfaction est un phénomène dû à l'augmentation de la pression interstitielle dans un sol saturé en eau lorsque celui-ci est soumis à un cisaillement statique, cyclique rapide ou sismique en l'absence de drainage. Cela conduit à une perte de résistance du sol et à son écoulement.

2. PARADE PROPOSÉE PAR EDF

EDF présente un projet de dispositif de protection de la digue, dont l'objet est de canaliser les fuites éventuelles issues des conduites vers le contre canal, qui constitue un exutoire en pied de digue, en évitant toute érosion externe de la digue.

Le principe de ce dispositif, qui n'a pas de fonction de rétention des eaux, est de réaliser, autour de chaque couple de conduites (B et C ainsi que E et F), une tranchée remplie de matériau drainant posé sur un complexe d'étanchéité composé d'une géomembrane⁴ comprise entre deux géotextiles de protection mécanique (voir Figure 2 en Annexe). Du fait du collage, à la fabrication, de la membrane aux géotextiles, le risque de glissement entre ces différents éléments est exclu. Le matériau drainant est une grave calcaire dont les dimensions sont comprises entre 80 et 300 mm. Deux merlons en matériau limoneux, disposés sur la digue de part et d'autre de la zone des conduites, canalisent les eaux de rupture des tuyauteries et les dirigent vers le contre canal. La tranchée drainante et les merlons sont recouverts d'une couche de blocs de dimensions comprises entre 150 et 400 mm, afin de prévenir les effets d'affouillement par une lame d'eau s'écoulant entre les deux merlons.

Le dispositif est conçu par EDF en supposant une rupture simultanée des conduites B, C, D et F, qui génère un déversement d'eau dont le débit total est de 5,5 m³/s pour une vitesse à la sortie des conduites de 10 m/s environ. Cette vitesse décroît rapidement quand l'eau diffuse dans la tranchée drainante, et se limite à 0,3 m/s en surface, dans la couche de blocs de dimensions 150-400 mm.

L'IRSN note que le dispositif de protection est conçu et dimensionné pour conduire vers le contre-canal les débits d'eau qui pourraient résulter de la rupture simultanée des quatre conduites ORANO concernées. L'IRSN considère que les techniques mises en œuvre sont usuelles dans le domaine des ouvrages hydrauliques, et que le dispositif fonctionne de manière passive, ce qui est satisfaisant. **En conséquence, l'IRSN estime acceptable la conception du dispositif présentée par EDF pour la protection de la digue en gravier dans la zone des conduites d'ORANO.**

3. ABSENCE DE NOCIVITÉ DU DISPOSITIF DE PROTECTION

EDF apporte des justifications de l'absence de dégradation des conditions de la stabilité de la digue, du fait de la mise en place du dispositif de protection de la zone des conduites d'ORANO. Ces éléments sont présentés ci-après.

3.1. ROBUSTESSE SISMIQUE

EDF indique que le dispositif de protection ne dégrade pas les conditions de la stabilité de la digue, puisqu'il en respecte la géométrie et remplace des matériaux sablo-graveleux en place par des matériaux granulaires présentant une résistance au cisaillement au moins équivalente. Par ailleurs, le dispositif de protection apporte une recharge sur le pied aval de la digue, ce qui est favorable à la stabilité de cette dernière.

L'IRSN observe que les conduites d'ORANO se trouvent dans le secteur central de la digue en gravier, dont la stabilité à l'égard de séismes de niveaux SMS et SND a été démontrée sans nécessité de renforcement de l'ouvrage, comme précisé dans l'avis en seconde référence.

La tranchée drainante à réaliser autour des conduites se trouvant séparée du corps de digue par le complexe d'étanchéité, ce dernier pourrait constituer une surface de glissement préférentielle en cas de séisme. EDF étudie la stabilité en cas de séisme de niveau noyau dur de la digue au droit de la tranchée drainante en prenant en compte une valeur égale à 28° pour l'angle de frottement entre le complexe d'étanchéité et les matériaux

⁴ Les géomembranes sont utilisées en génie civil pour assurer une fonction d'étanchéité. Constituées de matériaux synthétiques, elles sont généralement utilisées pour éviter la circulation des eaux ou la migration de polluants dans le sol.

encadrant⁵, et obtient un coefficient de sécurité minimal de 1,36, supérieur à la valeur minimum de 1,1 habituellement retenue pour ce type d'ouvrage. EDF présente également une vérification de la stabilité en situation post sismique en considérant une nappe haute dans la digue qui serait due à la dégradation du colmatage du talus amont et à la présence d'eau issue des conduites, et obtient un coefficient de sécurité minimal de 1,83, supérieur à la valeur minimum de 1,3 habituellement retenue pour ce type d'ouvrage.

L'IRSN n'a pas de remarque sur la valeur (28°) retenue par EDF pour l'angle de frottement entre le complexe d'étanchéité et les matériaux encadrant, et estime acceptable la position d'EDF selon laquelle le dispositif de protection n'est pas de nature à dégrader les conditions de la robustesse sismique de la digue.

3.2. RISQUES D'ÉROSION INTERNE

EDF indique que le dispositif de protection de la digue autour des conduites d'ORANO n'accroît pas les risques d'érosion interne de la digue, car d'une part les matériaux en place dans la digue ne sont pas modifiés, ou remplacés par des matériaux plus résistants à l'érosion interne, d'autre part la géomembrane à la base du dispositif empêche tout déplacement des matériaux fins de la digue vers les matériaux plus grossiers de la tranchée drainante. **L'IRSN n'a pas d'observation sur cette position d'EDF.**

3.3. STABILITÉ DE LA DIGUE AU SMS DURANT LES TRAVAUX

La procédure de réalisation du dispositif de protection comprend une excavation et un remblaiement par plots⁶ de la tranchée drainante. La fouille d'un plot donné pourra rester ouverte d'un jour sur l'autre, mais un stock de matériaux est prévu de manière à pouvoir la remblayer en urgence, en cas d'instabilité ou de présence d'eau jugée importante. Par ailleurs, les fouilles seront refermées en fin de semaine pour prévenir tout incident pendant le week-end. Enfin, la procédure de réalisation du dispositif prévoit un suivi renforcé de la piézométrie et des risques de crue.

L'IRSN note que la procédure de réalisation de l'ouvrage par plots permet de limiter, à tout moment, l'étendue des excavations sur le talus aval de la digue pendant les travaux. La tranchée drainante à réaliser présente des dimensions limitées, soit 2 m de profondeur et 5 m de largeur autour des conduites B et C, et 1,5 m de profondeur et 4 m de largeur autour des conduites E et F. **Au vu de ces dimensions et du principe de réalisation par plots de la tranchée drainante, l'IRSN estime que, durant les travaux pour la mise en œuvre du dispositif de protection, les dispositions prévues par EDF permettent de garantir la résistance de la digue au SMS.**

4. PRISE EN COMPTE DU DISPOSITIF DANS LE PROGRAMME DE SURVEILLANCE DES DIGUES

Le dispositif de protection de la digue autour des conduites d'ORANO nécessite un traitement spécifique en termes de surveillance et d'entretien, afin que l'absence de dégradation de son massif drainant, notamment due à un éventuel développement de la végétation sur le talus aval de la digue, puisse être garantie. EDF indique prendre en compte ce point dans sa consigne de surveillance de la digue en rive droite du canal. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant et de nature à garantir le bon comportement dans le temps des ouvrages concernés.**

⁵ Cette valeur est fournie par le fabricant du complexe pour un frottement entre ce dernier et des graviers.

⁶ Le principe d'une réalisation par plots, ou par parties, est que toute excavation dans le terrain existant (ici le talus aval de la digue) reste limitée dans l'espace et le temps. Dans le cas de la tranchée drainante, EDF prévoit de limiter à 6 m la longueur d'une excavation élémentaire, ou plot, et à cinq jours le temps pendant lequel cette excavation reste en attente de son remblaiement.

5. CONCLUSION

La digue en rive droite du canal de Donzère Mondragon située au nord du CNPE du Tricastin participe à la protection contre l'inondation de ce CNPE. Des conduites appartenant à ORANO, véhiculant de l'eau, traversent cette digue à proximité du CNPE. La rupture, notamment à la suite d'un séisme, d'une ou plusieurs de ces conduites pourrait conduire à une érosion externe du talus aval de la digue et à une éventuelle rupture de cette dernière. Afin de maîtriser ce risque, EDF a présenté le dossier de conception d'un dispositif de protection de la digue, à réaliser en même temps que les travaux de confortement pérenne⁷ de la « digue en gravier ». Ce dispositif consiste en une tranchée drainante devant conduire vers le pied de la digue les débits d'eau qui pourraient résulter de la rupture simultanée des conduites d'ORANO.

L'IRSN estime que le dispositif de protection proposé par EDF est de nature à éviter une dégradation de la digue en cas de rupture d'une ou plusieurs des conduites d'ORANO. Il considère que le dimensionnement de ce dispositif permet de garantir la résistance de la digue au SND, les dispositions prévues pendant la phase de travaux permettant de garantir sa résistance au SMS durant cette période. Enfin l'IRSN note qu'EDF prendra en compte, dans sa consigne de surveillance des digues, les spécificités de ce dispositif de protection.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

⁷ Le confortement pérenne de la « digue en gravier » doit assurer la stabilité de cette digue en cas de SND. Il a fait l'objet de l'avis de l'IRSN en seconde référence.

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2022-00025 DU 9 FÉVRIER 2022

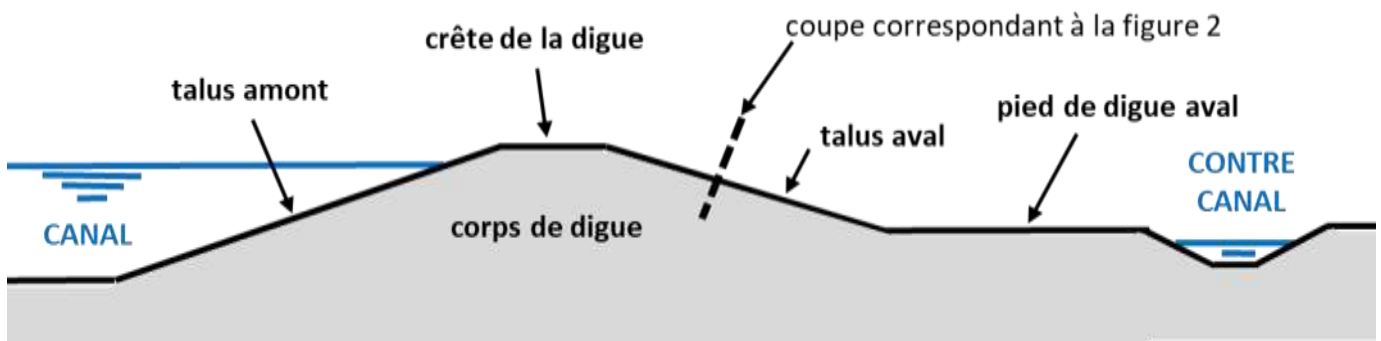


Figure 1. Coupe type d'une digue en rive droite du canal de Donzère Mondragon

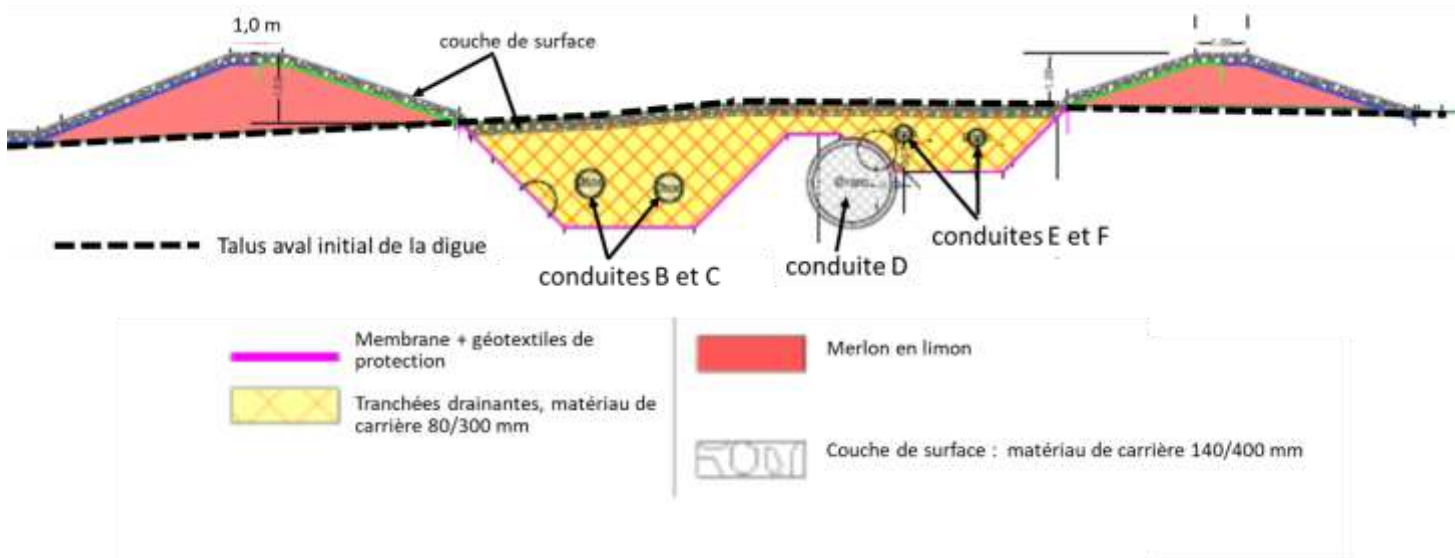


Figure 2. Coupe transversale du dispositif de protection, repérée sur la figure 1