

Note technique

Résistance au séisme de la digue de Donzère-Mondragon

1. Situation géographique des installations nucléaires du Tricastin

Le site nucléaire du Tricastin est implanté en rive droite du canal de Donzère-Mondragon. La majorité de la plateforme du site du Tricastin est située six mètres en-dessous du niveau normal d'exploitation du canal de Donzère-Mondragon. Elle est protégée du risque d'inondation par une digue.

La centrale nucléaire du Tricastin, exploitée par EDF, est implantée en bordure immédiate du canal de Donzère-Mondragon.

La plateforme Areva du site du Tricastin est composée de neuf installations nucléaires de base (INB), plusieurs installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ainsi qu'une installation nucléaire de base secrète (INBS), dont le contrôle relève de l'autorité de sûreté nucléaire de Défense.



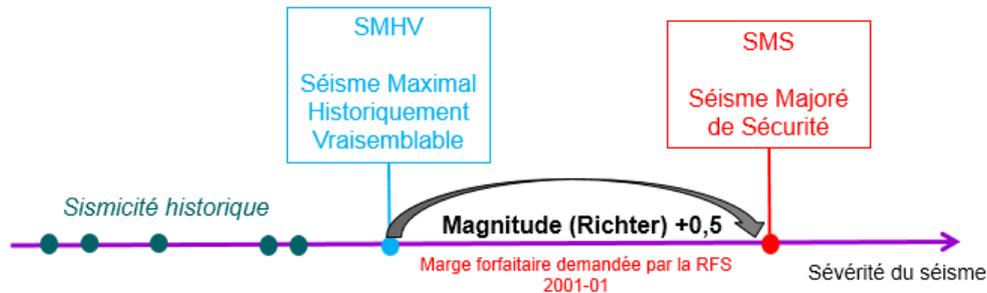
2. Résistance au séisme dans la démonstration de sûreté des INB

Le séisme pris en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire des installations nucléaires de base (INB) est nommé séisme majoré de sécurité (SMS). Il est calculé selon une approche déterministe détaillée dans la règle fondamentale de sûreté n° 2001/01 du 31 mai 2001.

2.1. Principe

Le SMS est déterminé à partir du séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV). Le SMHV est classiquement associé à une période de retour de 1000 ans. Ce niveau de séisme peut

être considéré comme le plus intense « de mémoire d'homme » recensé dans la région considérée. Le SMHV est défini en déplaçant forfaitairement le séisme historique au plus près du site. Le SMS spécifique au site est établi à la suite d'une majoration forfaitaire appliquée sur la magnitude du SMHV. Cette majoration permet de couvrir notamment d'éventuelles incertitudes sur les données historiques.



2.2. Séisme à prendre en compte dans la démonstration de sûreté des INB du Tricastin

Le SMHV retenu pour définir le SMS à prendre en compte dans la démonstration de sûreté des INB du Tricastin a les caractéristiques du séisme de Chateaufort du Rhône qui s'est produit le 8 août 1873 à 13 km du site. Ce séisme a une intensité épiscopentrale de VII-VIII sur l'échelle MSK¹ et une magnitude de 4,7 sur l'échelle de Richter.

Des séismes ayant la même intensité sur l'échelle MSK se sont produits les 23 janvier 1773 et 19 juillet 1873.

Le SMS pris en compte pour les installations du Tricastin présente une magnitude de 5,2 sur l'échelle de Richter.

¹ Pour rappel, l'échelle Medvedev, Sponheuer et Karnik, dite échelle MSK, est l'échelle d'intensité utilisée actuellement en France et dans la plupart des pays européens. Elle a été mise au point en 1964. Les degrés d'intensité qui caractérisent le niveau de la secousse sismique et les effets associés sont numérotés de I à XII. Cette évaluation qualitative très utile ne représente en aucun cas une mesure d'un quelconque paramètre physique des vibrations du sol. Il arrive que l'intensité, compte-tenu de la difficulté à la chiffrer précisément, soit donnée à un degré près.

I	secousse non ressentie, mais enregistrée par les instruments
II	secousse partiellement ressentie, notamment aux étages
III	secousse faiblement ressentie ; balancement des objets suspendus
IV	secousse largement ressentie dans les habitations ; tremblement des objets
V	secousse forte ; réveil des dormeurs ; chute d'objets ; parfois légères fissures des plâtres
VI	légers dommages ; parfois fissures dans les murs ; frayeur de nombreuses personnes
VII	dégâts ; larges lézardes dans les murs de nombreuses habitations ; chute de cheminées
VIII	dégâts massifs ; les habitations les plus vulnérables sont détruites ; presque toutes subissent des dégâts importants
IX	destruction de nombreuses constructions ; chute de monuments et de colonnes
X	destruction générale des constructions, même les moins vulnérables
XI	catastrophe ; toutes les constructions sont détruites
XII	changement de paysage ; énormes crevasses dans le sol, vallées barrées, rivières déplacées...

3. Historique des études de tenue de la digue depuis 2012

Après l'accident de Fukushima-Daiichi, l'ASN a prescrit à EDF un ensemble de dispositions ayant pour objectif de renforcer la résistance des centrales nucléaires à des événements extrêmes. Elle a, dans ce cadre, demandé à EDF de mettre en place sur ses installations un « noyau dur » permettant de faire face à ces situations extrêmes. Concernant le risque d'inondation extrême, elle a demandé en juin 2012 à l'exploitant de la centrale nucléaire du Tricastin de fournir, avant le 30 juin 2013, ([ECS-11]) « une étude indiquant le niveau de robustesse au séisme des digues et autres ouvrages de protection des installations contre l'inondation et présentant selon ce niveau de robustesse :

- les conséquences d'une défaillance de ces ouvrages,
- les solutions techniques envisagées pour protéger les équipements du Noyau Dur [...].

Pour les digues, cette analyse devra préciser la constitution réelle (stratigraphie et caractéristiques des matériaux) des digues et sa possible variabilité, les singularités locales et leur rôle potentiel dans des mécanismes de dégradation des digues, ainsi que la stabilité des barrages de garde en cas d'abaissement important de la ligne d'eau dans le canal de Donzère-Mondragon consécutif à une rupture de digue en rive gauche ».

Par ailleurs, en décembre 2012, AREVA a transmis à l'ASN la mise à jour des études sur les risques d'inondation de la plateforme du Tricastin. Cette étude présentait les conséquences d'une rupture partielle, sans séisme, de la digue de Donzère-Mondragon dans la zone relative de la digue dite « en gravier ».

EDF a transmis en 2013 ses premières études sur la tenue de la digue à un séisme de niveau « noyau dur » (SND). EDF devait toutefois encore réaliser des reconnaissances géotechniques sur une portion d'environ 400 m de la digue dite « en gravier », dont la composition est différente du reste de la digue, et adapter ses études de résistance sismiques aux résultats des sondages menés.

Le résultat de ces investigations, réalisées au cours de l'année 2016, a conduit EDF à déclarer le 18 août 2017 à l'ASN, après réalisation de calculs de tenue de la digue au séisme, un événement significatif relatif au défaut de tenue au séisme majoré de sécurité (SMS) de cette portion de la digue.

AREVA a déclaré ce même événement le 22 août 2017 à l'ASN, au vu des risques pour ses propres installations.

4. Conséquences pour la centrale nucléaire d'EDF de ce défaut de résistance au séisme de la digue de Donzère-Mondragon



4.1. Situation accidentelle redoutée

EDF indique que la tenue de la digue à un séisme de niveau SMS n'est pas assurée, avec des risques de chemins de fuite et d'effacement partiel de la digue. Elle justifie en revanche le bon comportement de la digue pour un séisme de niveau « SMHV ». La survenue d'un séisme d'intensité supérieure aux séismes historiques récents serait donc susceptible de conduire à une inondation de la plateforme nucléaire, sans qu'il soit possible d'identifier précisément le niveau de séisme auquel ce phénomène se produirait.

Une inondation de la plateforme de la centrale nucléaire à la suite d'un séisme conduirait à la perte des alimentations électriques externes et internes et à la défaillance des moyens de refroidissement des réacteurs d'EDF. L'inondation pourrait également conduire à la perte de nombreux équipements qui ne sont pas situés en hauteur dans l'installation, comme certains équipements associés à l'instrumentation des réacteurs et certains systèmes de sauvegarde. L'accès au site serait par ailleurs rendu difficile et les moyens d'intervention seraient limités.

Une telle situation de perte totale des moyens de refroidissement des réacteurs conduirait en quelques heures à la fusion du combustible sur les quatre réacteurs et présenterait un impact sanitaire inacceptable à grande échelle.

4.2. Position de l'ASN pour le CNPE du Tricastin

En l'absence d'une démonstration de la résistance de la digue de Donzère-Mondragon au séisme majoré de sécurité, l'ASN considère que la situation présente des risques graves et a prescrit la mise à l'arrêt à titre provisoire des réacteurs de la centrale nucléaire du Tricastin.

L'arrêt des réacteurs permet de réduire la puissance produite par le combustible nucléaire (puissance résiduelle après l'arrêt de la réaction en chaîne) et réduit donc les besoins d'apport en eau pour évacuer cette puissance. L'arrêt des réacteurs facilite donc la gestion de la situation d'urgence dans l'hypothèse où surviendrait une inondation consécutive à un séisme.

L'arrêt d'un réacteur en fonctionnement normal est une opération qui prend plusieurs jours, l'exploitant procédant à une baisse progressive de la température et de la pression des différents circuits. Plusieurs configurations sont possibles pendant la période d'arrêt ; le combustible peut être maintenu dans la cuve du réacteur ou entreposé dans la piscine. L'ASN demande donc à EDF de déterminer le meilleur état des installations après l'arrêt des réacteurs, et les mesures compensatoires apportant les meilleures garanties en matière de sûreté compte tenu du risque de rupture de la digue en cas de séisme.

Le redémarrage des réacteurs sera soumis à l'accord préalable de l'ASN. Dans ce cadre, EDF devra mener des investigations géotechniques complémentaires, procéder à des travaux de renforcement et justifier que l'ensemble de la digue résiste à un séisme de niveau SMS.

5. Conséquences de cet écart relatif au défaut de résistance au séisme de la digue de Donzère-Mondragon pour les installations nucléaires civiles d'Areva

5.1 Situations accidentelles redoutées

À la demande de l'ASN, Areva a réalisé une première étude sommaire des conséquences pour la sûreté de ses installations d'un séisme qui entrainerait une inondation.

Les installations d'Areva sur le site du Tricastin sont très diverses et présentent des risques variés. Les principaux sont les rejets gazeux de substances chimiques, notamment d'acide fluorhydrique (HF), et des pollutions par de l'uranium.

Un séisme de niveau SMS pourrait conduire à des rejets d'HF provenant :

- de l'atelier de fabrication d'hexafluorure d'uranium (dit « structure 400 ») des usines de conversion de Comurhex 1,
- du bâtiment nommé « zone émission » de l'usine W.

Pour cette raison, l'ASN a demandé la mise en place de moyens d'aspersions d'eau disposant d'une très bonne résistance sismique pour limiter l'ampleur des rejets chimiques induits dans un tel cas ; l'arrêt définitif de ces structures a été par ailleurs prescrit, au 31 décembre 2017 pour la structure 400 et au 30 juin 2018 pour la « zone émission » de l'usine W. Le bon fonctionnement de ces moyens d'aspersion n'est cependant pas assuré en cas d'inondation consécutive à la rupture de la digue.

L'inondation pourrait également conduire à des désordres des entreposages de substances radioactives présents dans des fûts stockés dans « l'aire 61 » de l'INB 105 et conduire à un risque de criticité par rapprochement de fûts. Un système de racks permettant un meilleur soutènement et garantissant la séparation physique des fûts est à l'étude. Il conviendra qu'Areva vérifie si les risques d'inondation induits par la résistance sismique insuffisante de la digue rendent nécessaire la conception d'un nouveau système de racks, par exemple un entreposage à une hauteur plus importante.

5.2 Position de l'ASN

La « structure 400 » des usines de conversion de Comurhex 1 est actuellement temporairement à l'arrêt, à la suite d'un événement significatif. Dans sa décision, l'ASN conditionne la reprise des activités de cette usine à la capacité d'Areva à mettre en œuvre sans délai des moyens visant à limiter les conséquences d'un rejet d'HF gazeux en cas d'inondation faisant suite à une brèche de la digue dite « en gravier » du canal de Donzère-Mondragon après un séisme majoré de sécurité.

L'usine W permet de convertir l'uranium sous forme d' UF_6 dans un état chimique plus sûr (U_3O_8). Il est donc préférable que l'installation continue à fonctionner. Ainsi, l'ASN prescrit à Areva, avant le 31 octobre 2017, la mise en place de dispositions assurant l'opérabilité des moyens de limitation des conséquences d'un rejet d'HF gazeux sur la « zone émission » de l'usine W en cas d'inondation faisant suite à une brèche de la digue dite « en gravier » du canal de Donzère-Mondragon en cas de séisme majoré de sécurité.

L'ASN prescrit par ailleurs à Areva de mettre à jour la demande de modification de l'INB 105 visant à renforcer la sûreté de l'entreposage de fûts de l'aire 61 de l'INB n° 105, en cas d'inondation faisant suite à une brèche de la digue dite « en gravier » du canal de Donzère-Mondragon en cas de séisme majoré de sécurité.