



DIRECTION DES CENTRALES NUCLEAIRES

Montrouge, le 10 décembre 2014

Réf. : CODEP-DCN-2014-054236

Monsieur le Directeur
Division Production Nucléaire
EDF
Site Cap Ampère – 1 place Pleyel
93 282 SAINT-DENIS CEDEX

Objet : Réacteurs électronucléaires – EDF – Palier 1300
Réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs (VD3 1300)
Prise en compte des agressions météorologiques - Tornade

Monsieur le Directeur,

Le phénomène de tornade se traduit notamment par un violent tourbillon de vent d'axe vertical qui relie le sol à la base d'un nuage d'orage, et qui se manifeste sous la forme d'une colonne d'air en rotation. Il s'agit d'un phénomène météorologique très peu fréquent, de durée et d'étendue limitées, mais dont les effets de pression dynamique due aux vents violents, de dépression au centre du vortex, ainsi que des projectiles générés sont susceptibles d'affecter les bâtiments ou matériels situés à l'extérieur. La tornade présente par ailleurs un risque d'agression simultanée de l'ensemble des réacteurs d'un même site.

La protection des réacteurs à l'encontre des tornades, initialement non prises en compte lors du dimensionnement de ces installations, constitue l'un des sujets retenus à la demande de l'ASN lors de l'orientation du programme d'études de réévaluation de la sûreté associées au réexamen de sûreté des réacteurs de 1300 MWe à l'occasion de leur troisième visite décennale (VD3-1300).

Dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300, EDF a donc présenté une démarche de prise en compte des tornades consistant à :

1. déterminer les caractéristiques d'une tornade de référence en France à prendre en compte dans la démonstration de sûreté, en termes de probabilité d'occurrence et d'intensité des phénomènes d'agression associés (vitesse de vents, chute de pression, projectiles générés,...),
2. définir les objectifs de sûreté relatifs à la protection de ses installations à l'encontre de cette tornade de référence ;
3. identifier les éléments nécessaires à la démonstration de l'atteinte de ces objectifs et devant de ce fait soit résister soit être protégés contre les effets de la tornade de référence.

Vous trouverez ci-après les conclusions de l'examen de ces sujets réalisé par l'ASN avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

La caractérisation de la tornade de référence, des phénomènes et des agressions associés

Pour déterminer les caractéristiques de la tornade de référence à prendre en compte, EDF a proposé de retenir que la probabilité d'occurrence en un point du territoire métropolitain d'une tornade plus sévère que celle de référence soit inférieure à 10^{-5} par an.

Ainsi sur la base d'un examen des tornades observées en France sur la période 1680-2009 et de l'estimation de leur fréquence d'occurrence en considérant, de manière pénalisante, une hypothèse d'équiprobabilité sur l'ensemble du territoire prise égale à la probabilité d'occurrence sur la zone la plus touchée, EDF a retenu une tornade de référence de classe EF3 sur l'échelle de Fujita¹ associée aux caractéristiques suivantes :

- une vitesse de vent maximale de 234 km/h,
- une vitesse de translation de 13 m/s,
- une chute de pression maximale de 33 mbar,
- un gradient de chute de pression de 10 mbar/s.

Concernant les projectiles associées à une telle tornade, EDF a proposé de retenir les typologies (voiture, tube en acier, billes) et les caractéristiques (dimension, masse, altitude et vitesse de projection) préconisées pour les réacteurs aux États-Unis² pour les régions soumises à des tornades similaires à celle de référence retenue par EDF.

L'ASN considère que la définition de la tornade de référence proposée par EDF ainsi que les projectiles associés est satisfaisante. Toutefois, concernant les effets indirects de la tornade, l'ASN considère qu'EDF doit encore étudier le risque d'agression induite par la chute des cheminées des bâtiments des auxiliaires nucléaires (BAN), sauf à justifier la tenue de ces cheminées.

Ce point fait l'objet d'une demande de l'ASN en annexe 1.

Dans la perspective des réexamens de sûreté au-delà de VD3-1300, l'ASN considère également qu'EDF doit mettre en place une veille climatique sur l'évolution du nombre des tornades en France et étudier les agressions concomitantes induites par une cellule orageuse associée à une tornade.

Ces points font l'objet de demandes de l'ASN en annexe 2.

*

Objectifs de sûreté relatifs à la protection des installations à l'encontre de la tornade de référence, des phénomènes et des agressions associés

Vis-à-vis de la protection des installations à l'encontre des effets directs ou indirects de la tornade de référence, EDF retient les objectifs de sûreté suivants :

1. l'installation doit pouvoir être amenée et maintenue dans un état sûr en considérant une situation induite de perte des alimentations électriques externes (situation de MDTE) pendant une durée de 5 jours,
2. la tornade de référence ne doit pas conduire :
 - o à une situation accidentelle,
 - o aux situations du domaine complémentaire que sont la perte totale des alimentations électriques (situation H3) et la perte totale de la source froide (situation H1).

¹ L'échelle de Fujita, dans sa version améliorée de 2007, classe les tornades en 6 classes EF0 à EF5. Une tornade de classe EF3 peut induire des dommages sévères (étages complets de maisons solides détruits, dommages importants aux édifices publics, trains renversés, arbres écorcés, camions et grosses automobiles soulevés et déplacés, bâtiments légers soufflés à distance) et présente des caractéristiques de vitesses de vents comprises entre 219 et 266 km/h

² Projectiles définis pour des tornades dont la vitesse de vent est inférieure à 72 m/s (région de type III) par l'Autorité de sûreté américaine (US-NRC) dans son Regulatory Guide 1.76 « Design basis tornado and tornado missiles for nuclear power plants »

Dans le cas particulier de la sûreté des assemblages de combustible présents dans le bâtiment combustible (BK), EDF précise que l'objectif visé est :

- d'éviter une perte significative de l'étanchéité des piscines d'entreposage,
- d'empêcher tout endommagement des assemblages de combustible par des projectiles.

L'ASN considère que les objectifs de sûreté visés par EDF pour la protection des réacteurs à l'encontre des effets directs ou indirects de la tornade de référence sont satisfaisants. En revanche, l'ASN considère que les objectifs visés pour la sûreté des piscines d'entreposage des assemblages de combustible doivent être clarifiés.

Ce point fait l'objet d'une demande de l'ASN en annexe 1.

*

Identification des éléments nécessaires à la démonstration de l'atteinte des objectifs de protection des installations à l'encontre de la tornade de référence, des phénomènes et des agressions associés

Si EDF a bien développé et présenté son référentiel méthodologique de prise en compte des tornades, elle n'a en revanche pas procédé à l'identification des éléments nécessaires à la protection des centrales du palier 1300 MWe contre les tornades. De fait, EDF a annoncé son intention de reporter la déclinaison sur le palier 1300 MWe du référentiel de protection contre les tornades au réexamen de sûreté VD4-1300, avec entre-temps une première déclinaison sur le palier 900 MWe à l'occasion des réexamens de sûreté VD4-900.

L'ASN considère que, moyennant la prise en compte de ses demandes de complément en annexe 1, le référentiel développé par EDF relatif à la protection contre les tornades est satisfaisant et que sa déclinaison doit être engagée sur les centrales du palier 1300 MWe sans attendre le réexamen de sûreté suivant.

Ce point fait l'objet d'une demande de l'ASN en annexe 1.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.

Le directeur de la DCN,

Thomas HOUDRÉ

Demandses de l'ASN
relatives au réexamen de sûreté des réacteurs du palier 1300 MWe
à l'occasion de leur troisième visite décennale

1. Caractérisation des effets indirects de la tornade de référence

Concernant les agressions induites de manière indirecte par une tornade, EDF se limite à la prise en compte des dommages éventuels que peuvent causer des objets transformés par la tornade en projectiles, tels que des voitures, des tubes en acier et des billes.

Demande n°1 : L'ASN vous demande, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300, de compléter la prise en compte des agressions induites de manière indirecte par une tornade en examinant également les risques d'effondrement de structures sur des bâtiments qui contiennent des matériels à protéger. L'ASN vous demande en particulier :

- soit de justifier la tenue des cheminées de rejets des bâtiments des auxiliaires nucléaires (BAN) à la tornade de référence, en tenant compte des effets directs de la tornade sur la structure mais aussi des effets indirects induits par des projectiles sur les dispositifs d'ancrage de ces cheminées ;
- soit de prendre en compte de l'effondrement de ces cheminées de rejets comme un effet indirect induit par la tornade de référence.

2. Objectifs de sûreté relatifs à la protection des installations à l'encontre de la tornade de référence

Vis-à-vis de la protection des installations à l'encontre des effets directs ou indirects de la tornade de référence, EDF retient les objectifs de sûreté suivants :

1. l'installation doit pouvoir être amenée et maintenue dans un état sûr en considérant une situation induite de perte des alimentations électriques externes (situation de MDTE) pendant une durée de 5 jours,
2. la tornade de référence ne doit pas conduire :
 - à une situation accidentelle,
 - aux situations du domaine complémentaire que sont la perte totale des alimentations électriques (situation H3) et la perte totale de la source froide (situation H1).

L'ASN considère que les objectifs de sûreté visés par EDF pour la protection des réacteurs à l'encontre des effets directs ou indirects de la tornade de référence sont satisfaisants.

Dans le cas particulier de la sûreté des assemblages de combustible présents dans le bâtiment combustible (BK), EDF précise que les objectifs ainsi visés sont :

- d'éviter une perte significative de l'étanchéité des piscines d'entreposage,
- d'empêcher tout endommagement des assemblages de combustible par des projectiles.

L'ASN considère que l'objectif d'éviter une perte significative de l'étanchéité des piscines d'entreposage n'est pas suffisamment précis au regard des objectifs plus généraux d'atteinte et de maintien d'un état sûr et de prévention des situations accidentelles.

Demande n°2 : Pour la protection des piscines d'entreposage du combustible à l'encontre des effets directs ou indirects de la tornade de référence, l'ASN vous demande, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3 1300, de remplacer l'objectif d'éviter une perte significative de l'étanchéité des piscines d'entreposage par les objectifs suivants :

- le maintien d'un niveau d'eau supérieur à la hauteur d'un assemblage en cours de manutention³,
- le maintien d'une température de l'eau de la piscine inférieure à 80°C⁴,
- le maintien d'une circulation d'eau suffisante dans les alvéoles d'entreposage pour assurer le refroidissement des assemblages⁵ (absence d'obstruction par des débris ou projectiles).

3. Intégration du référentiel de protection contre les tornades dans la démonstration de sûreté des réacteurs du palier 1300 MWe

Si EDF a bien développé et présenté son référentiel méthodologique de prise en compte des tornades, elle n'a en revanche pas procédé à l'identification des éléments nécessaires à la protection des centrales du palier 1300 MWe contre les tornades. De fait, EDF a annoncé son intention de reporter la déclinaison sur le palier 1300 MWe du référentiel de protection contre les tornades au réexamen de sûreté VD4-1300, avec entre-temps une première déclinaison sur le palier 900 MWe à l'occasion des réexamens de sûreté VD4-900.

L'ASN considère que, moyennant la prise en compte de ses demandes n°1 et n°2, le référentiel développé par EDF relatif à la protection contre les tornades est satisfaisant et que sa déclinaison doit être engagée sur les centrales du palier 1300 MWe sans attendre le réexamen de sûreté suivant.

Demande n°3 : L'ASN vous demande d'achever sous dix ans les études et des travaux nécessaires à l'application sur les réacteurs du palier 1300 MWe du référentiel de protection à l'encontre des tornades tenant compte des demandes n°1 et 2.

L'ASN vous demande de lui présenter, au plus tard lors de la remise prévue en 2016 du rapport des conclusions du réexamen de sûreté du premier réacteur du palier 1300 MWe ayant effectué sa troisième visite décennale, votre plan d'action ainsi que le calendrier associé permettant de respecter cet objectif.

³ La tornade de référence ne devant pas conduire à une situation accidentelle, le découvrément d'un assemblage en cours de manutention doit être prévenue.

⁴ La tornade de référence ne devant pas conduire à une situation accidentelle, la température de la piscine doit pouvoir être maintenue en dessous de la température de 80°C qui correspond à la température prise en compte pour les situations incidentelles (cf 3.2.3 de la section 2 du chapitre 8 du volume II du rapport de sûreté du palier 1300 MWe à l'état VD3)

⁵ Ce critère de libre circulation de l'eau de la piscine de bas en haut des alvéoles (cf 0.2.2 de la section 2 du chapitre 8 du volume II du rapport de sûreté du palier 1300 MWe à l'état VD3) complète le critère précédent en vue d'assurer le maintien du refroidissement de chaque assemblage et pas uniquement le maintien de la fonction de refroidissement global de la piscine.

Demandes de l'ASN
relatives à la démarche de protection contre les tornades
à l'occasion des prochains réexamens de sûreté

4. Phénomènes météorologiques concomitants à une tornade

Le référentiel élaboré par EDF ne prend pas en compte la concomitance d'une tornade avec d'autres phénomènes météorologiques.

Pour autant, une tornade peut présenter un lien de dépendance avec une cellule orageuse active. Une tornade peut ainsi potentiellement être associée aux phénomènes de foudre et de pluie et donc être concomitante avec des situations d'inondation externe ou d'incendie. Sur ce sujet, EDF a précisé ne pas considérer nécessaire d'assurer la résistance aux tornades des dispositions de protection contre la foudre, l'incendie et les inondations externes liées aux pluies en s'appuyant en première approche sur les arguments suivants :

- *« bien que ces phénomènes puissent survenir simultanément, rien ne laisse à penser que les niveaux extrêmes de chacun d'eux doivent être examinés simultanément. »*
- *« pour les cibles de sûreté considérées, les dispositions de protection contre la foudre et les dispositions d'évacuation des eaux de pluie sont généralement des ouvrages de génie civil non susceptibles d'être endommagés par la tornade »*

L'ASN considère que l'évaluation du cumul d'une tornade avec les agressions induites par les effets de la cellule orageuse associée mérite d'être approfondie.

Demande n°4 : L'ASN vous demande, dans le cadre des prochains réexamen de sûreté, de compléter le référentiel de protection contre les tornades en y incluant l'étude du cumul d'une tornade et des agressions induites par la cellule orageuse associée, avec des niveaux d'aléa associés qui devront être justifié puis d'examiner les éventuelles dispositions de protection nécessaires pour faire face à une telle concomitance d'agressions.

5. Changements climatiques

En l'absence de consensus au niveau international sur une corrélation entre l'évolution observée du nombre de tornades et le changement climatique, EDF considère que l'augmentation de la fréquence des tornades des trente dernières années, toute classe de gravité confondues, est due à un meilleur recensement.

L'ASN considère que le lien entre le changement climatique et l'évolution du nombre de tornade reste en suspens. Ainsi, dans une optique de cohérence dans le traitement des agressions externes d'origine climatique, l'ASN estime nécessaire qu'EDF poursuive une veille climatique sur ce sujet afin de définir dans le référentiel les conditions de réévaluation du risque lié aux tornades.

Demande n°5 : L'ASN vous demande, dans le cadre des prochains réexamens de sûreté, de compléter le référentiel de protection contre les tornades en développant une partie relative à la veille climatique et aux conditions associées nécessitant d'engager une réévaluation de la tornade de référence.