

Montrouge, le 6 janvier 2015

Réf. : CODEP-DCN-2015-000258
Affaire suivie par : Philippe DUPUY
Tél : 01.46.16.42.73
Fax : 01.46.16.44.31
Mel : philippe.dupuy@asn.fr

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

Objet : Réacteurs électronucléaires – EDF
Réexamen de sûreté associé à la troisième visite décennale des réacteurs (VD3 1300)
Agressions externes associées aux risques aériens

Réf. : [1] RFS I.2.a du 5 août 1980, applicables aux réacteurs à eau sous pression, relative à la prise en compte des risques liés aux chutes d'avions
[2] Lettre ASN CODEP-DCN-2013-013464 du 28 juin 2013
[3] Directives techniques pour la conception et la construction de la prochaine génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression, adoptée par le groupe permanent chargé des réacteurs nucléaires en octobre 2000
[4] WENRA “report on safety of new NPP design”, position n°5: practical elimination, March 2013

Monsieur le directeur,

Dans le cadre du réexamen de sûreté associé aux troisièmes visites décennales des réacteurs électronucléaires de 1300 MWe, Électricité de France (EDF) a transmis à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) une étude de réévaluation de l'application générique de la règle fondamentale de sûreté RFS I.2.a en référence [1] relative à la prise en compte des risques liés aux chutes d'avions¹.

Dans cette étude générique, EDF a présenté la méthodologie détaillée et les données actualisées qui seront utilisées ensuite pour l'application au réexamen de chacun des sites du palier 1300 MWe :

- les formules retenues pour évaluer le terme probabiliste P1 d'occurrence de la chute sur une partie sensible de l'installation d'un avion de l'aviation générale, commerciale ou militaire ; en complément de ces trois familles d'avions préconisées par la RFS I.2.a, EDF a également intégré pour la première fois dans son évaluation les avions de la sécurité civile et plus particulièrement les avions participant à la lutte contre les incendies ;
- les données utilisées pour déterminer les valeurs des différents paramètres de ces formules, et plus particulièrement :
 - la réactualisation des données associées à l'accidentologie et au trafic aérien,
 - la liste des cibles de sûreté considérées et les surfaces virtuelles associées.

Vous trouverez ci-après les conclusions de l'examen réalisé par l'ASN, avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), sur ce thème de réévaluation.

*

¹ Dans le cadre de la RFS I.2.a, on entend par chute d'avion un événement d'origine accidentelle par opposition à la projection intentionnelle d'un avion qui est traité par ailleurs dans le cadre spécifique des actes de malveillance.

L'ASN considère que les modèles mathématiques de calcul des probabilités d'impact retenus par EDF ainsi que les données utilisées relatives à l'accidentologie et au trafic aérien sont satisfaisants dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300.

L'ASN considère également que l'étude présentée par EDF concernant l'évaluation du risque associé aux avions participant à la lutte contre les incendies, est globalement satisfaisante. L'ASN note que ce complément d'évaluation permet de conclure à la contribution négligeable de cette nouvelle famille d'avions au regard des objectifs probabilistes de la RFS I.2.a principalement du fait du trafic aérien très limité qu'elle représente comparativement notamment au trafic aérien similaire de vols à basse altitude des avions militaires.

En revanche, concernant l'identification des cibles à protéger au regard des trois fonctions de sûreté² mentionnées par la RFS I.2.a, l'ASN considère qu'EDF doit encore compléter sa démarche d'identification des cibles relatives à la sûreté de l'entreposage du combustible usé.

Vous trouverez en annexe 1 les demandes correspondantes de l'ASN à prendre en compte dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300.

*

Par ailleurs, l'ASN considère que, dans le cadre des réexamens de sûreté suivants, EDF devra poursuivre l'évaluation des risques liés aux chutes d'avions au-delà du seul effet considéré jusqu'à présent de l'impact direct de l'aéronef sur les cibles de sûreté identifiées, en prenant en compte :

- les autres effets induits par la chute de l'avion sur ou à proximité des cibles de sûreté (émission de projectiles secondaires, incendie du kérosène),
- les agressions indirectes induites par la chute de l'avion sur le site (inondation, explosion, émanation de gaz toxique, chute de structures...).

Vous trouverez en annexe 2 les demandes correspondantes de l'ASN à prendre en compte pour dans le cadre des prochains réexamens de sûreté.

L'ASN rappelle également qu'à l'occasion des prochains réexamens de sûreté EDF devra, conformément aux positions de l'ASN transmises par la lettre en référence [2], réévaluer la sûreté de l'entreposage des assemblages de combustible usé au regard des objectifs de sûreté applicables aux nouveaux réacteurs tels que l'EPR. Cet objectif de réévaluation nécessitera notamment qu'EDF étudie l'élimination pratique du risque de fusion des assemblages entreposés dans les piscines du bâtiment combustible (BK), y compris vis-à-vis des risques liés à la chute d'aéronefs. Aussi, conformément aux modalités de la démonstration de l'élimination pratique explicitées dans les directives techniques en référence [3] applicables en France et plus récemment dans la position adoptée au niveau européen en 2013 par WENRA³ en référence [4], l'ASN considère que l'examen de l'élimination pratique du risque de fusion du combustible entreposé dans les BK en cas de chute d'un aéronef impliquera ne plus fonder la maîtrise de ce risque uniquement au regard du respect d'un seuil de coupure probabiliste correspondant à l'objectif mentionné en 1980 dans la RFS I.2.a.

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

Le directeur de la DCN,

Thomas HOUDRÉ

² Ces trois fonctions de sûreté sont :

1. l'arrêt du réacteur et l'évacuation de la puissance résiduelle ;
2. l'entreposage du combustible usé ;
3. le traitement des effluents radioactifs

³ WENRA : Western European Nuclear Regulators Association / association de responsables d'Autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest

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

Dans le cadre de l'application de la RFS I.2.a, les cibles à protéger à l'encontre du risque de chute d'un avion sont les structures et équipements nécessaires aux fonctions de sûreté suivantes :

- Fonction F1 : arrêt du réacteur et évacuation de la puissance résiduelle,
- Fonction F2 : stockage du combustible usé,
- Fonction F3 : traitement des effluents radioactifs.

La maîtrise du risque de chute d'avion est examinée séparément pour chacune de ces fonctions et pour chacune des familles d'avions⁴ au regard de l'objectif de probabiliste d'un dégagement inacceptable de substances radioactives inférieur à 10^{-7} /an/réacteur.

Les paramètres prépondérants pour l'évaluation du respect de cet objectif probabiliste sont d'une part les données d'accidentologie et de trafic aérien de chaque famille d'avion et, d'autre part, les surfaces virtuelles des cibles de sûreté relatives à chacune de ces trois fonctions.

Dans le cadre de la fonction F2, EDF retient comme cible à protéger uniquement la piscine d'entreposage et ne retient pas les systèmes PTR⁵, SEC⁶ et RRI⁷ nécessaires au refroidissement de l'eau de la piscine. De ce fait, EDF ne retient comme cible à protéger pour la fonction F2, ni la station de pompage, ni le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN) et ne retient qu'une partie limitée du bâtiment combustible (BK). L'exclusion de tout ou partie de ces bâtiments réduit d'autant les surfaces virtuelles prises en compte pour l'évaluation probabiliste du dégagement inacceptable de substances radioactives associée à la fonction F2.

1) Identification de la station de pompage comme cible relative à la fonction F2

Concernant le cas de l'aviation générale, les locaux et les galeries SEC présentent une séparation suffisante pour que la chute d'un avion de l'aviation générale n'entraîne pas la perte simultanément des deux voies de sûreté redondantes. De ce fait, la station de pompage n'est pas identifiée comme une cible pour cette famille d'avion, ni pour la fonction F1 ni pour la fonction F2.

Concernant les cas de l'aviation militaire et commerciale, EDF considère qu'en cas de perte de la source froide (situation H1) liée à la chute d'un avion d'une de ces deux familles sur la station de pompage, la fonction de sûreté F2 sera alors assurée par l'inertie thermique du volume d'eau de la piscine d'entreposage puis, une fois l'ébullition atteinte, par la réalisation d'un appoint en eau de la piscine par les réserves disponibles du système d'eau déminéralisé SED et des circuits de protection contre l'incendie (JPD pour le palier P4 et JPI pour le palier P'4).

⁴ Les trois familles d'avions considérées sont :

4. l'aviation générale (< 5,7t) ;
5. l'aviation militaire, incluant les avions de la sécurité civile participant à la lutte contre les incendies ;
6. l'aviation commerciale.

⁵ Système PTR : système de refroidissement de l'eau de la piscine d'entreposage du combustible usé

⁶ Système SEC : système d'eau brute secourue de la station de pompage

⁷ Système RRI : système de refroidissement intermédiaire

Le caractère suffisant des réserves en eau pour faire face à une situation H1 de site a été examiné dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300 au regard des agressions externes d'origine naturelle de la source froide (frasil, algues,...) en vérifiant une autonomie supérieure à 72 heures pour les sites sensibles au frasil et supérieure à 24 heures pour les autres sites. En cas de chute d'un avion militaire ou commercial sur la station de pompage, la durée de la situation H1 de site induite pourrait dépasser les délais de récupération estimés pour les agressions d'origine naturelle de type colmatage et pourrait donc nécessiter des réserves en eau supplémentaires par rapport à celles actuellement valorisées dans la démonstration de sûreté nucléaire. L'ASN note à ce sujet que les éventuels moyens mentionnés par EDF au cours de l'instruction concernant la réalimentation en eau des systèmes d'appoints aux piscines ainsi que les piquages permettant à la force d'action rapide nucléaire (FARN) de venir connecter des moyens mobiles d'appoint en eau des piscines ne sont pas retenus par EDF comme des éléments de la démonstration de sûreté nucléaire présentée dans le rapport de sûreté du palier 1300 MWe à l'état VD3.

Demande n°1 : L'ASN vous demande, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300, d'intégrer dans la démonstration de sûreté nucléaire :

- soit des dispositions qui permettent d'éviter le découverture des assemblages de combustible en maintenant un appoint en eau des piscines pendant une durée suffisamment longue pour permettre la restauration de la fonction de refroidissement de l'eau de ces piscines à la suite d'une situation H1 induite par l'agression de la station de pompage par un avion militaire ou commercial,
- soit la station de pompage comme cible de sûreté pour l'évaluation du risque associé à la fonction F2 dans l'application de la RFS I.2.a pour les familles d'avions militaires et commerciaux.

2) Identification des bâtiments BAN et BK comme cibles pour la fonction F2

L'étude probabiliste de sûreté relative à la sûreté de l'entreposage des assemblages de combustible usés (EPS-BK) réalisée par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300, a mis en évidence des risques de vidange accidentelle très rapide de la piscine en cas de rupture des circuits de refroidissement ou de purification des piscines.

Pour autant, le BAN et le BK qui abritent ces circuits sont respectivement non retenu et partiellement retenu par EDF comme cibles de sûreté relatives à la fonction F2.

Demande n°2 : L'ASN vous demande, dans le cadre du réexamen de sûreté VD3-1300, de retenir le BAN et le BK comme cibles de sûreté pour l'évaluation du risque associé à la fonction F2 dans l'application de la RFS I.2.a pour l'ensemble des familles d'avions.

Demandes de l'ASN

à prendre en compte lors des prochains réexamens de sûreté

Conformément à la RFS I.2.a, la probabilité P de dégagement inacceptable de substances radioactives à la suite de la chute d'un avion est calculée de la manière suivante : $P=P1*P2*P3$

- P1 représentant la probabilité d'agression des cibles de sûreté au regard des données d'accidentologie, du trafic aérien et des surfaces virtuelles des cibles considérées ;
- P2 représentant la probabilité pour qu'à la suite de l'atteinte de la cible de sûreté, la réalisation de la fonction de sûreté considérée (F1, F2 ou F3) ne puisse plus être garantie ;
- P3 représentant la probabilité qu'un dégagement inacceptable de substances radioactives ne survienne si la fonction de sûreté considérée n'est plus garantie.

Lors de l'identification des cibles de sûreté, EDF considère uniquement les effets directs liés à l'impact de la chute d'un avion. EDF ne tient ainsi pas compte dans son évaluation de la protection des fonctions F1, F2 et F3 à l'encontre :

- des autres effets induits par la chute de l'avion sur ou à proximité des cibles de sûreté (émission de projectiles secondaires, incendie du kérosène),
- des agressions indirectes induites par la chute de l'avion sur le site (inondation, explosion, émanation de gaz toxique, effondrement de bâtiments ou chute de structures non protégés...).

3) Prise en compte des phénomènes d'agression induits par la chute d'avion autre que l'impact direct

Pour le calcul du terme P1, EDF évalue les surfaces virtuelles présentées par les bâtiments au regard de l'impact direct d'un avion sur les ouvrages abritant les cibles de sûreté considérées. EDF ne considère ainsi pas les effets de la chute d'un avion dans le voisinage proche des bâtiments de la centrale alors qu'une telle chute peut s'accompagner de phénomènes tels que l'émission de projectiles secondaires issus de débris de l'avion (ailes, moteurs,...), d'incendie du kérosène ou d'inondation (réservoir en eau des avions de la sécurité civile participant à la lutte contre des incendies) dont la prise en compte pourrait augmenter significativement les surfaces virtuelles à considérer.

Au cours de l'instruction, EDF a argumenté, mais sans apporter les justifications associées, que l'augmentation éventuelle des surfaces virtuelles associée à la prise en compte de ces effets est couverte dans l'évaluation globale de la probabilité P par :

- les marges introduites dans la méthode de calcul des surfaces virtuelles actuellement utilisées dans le terme P1 ;
- par les hypothèses simplificatrices et conservatrices des valeurs des probabilités P2 et P3 prises égales à 1.

EDF a par ailleurs précisé que l'évaluation des effets secondaires, en particulier l'incendie des réservoirs de carburant de l'avion, est réalisée dans le cadre des études relatives aux actes de malveillance.

Sur ce dernier point, l'ASN considère que les études réalisées au titre de la prise en compte des actes de malveillance ne dispensent pas EDF d'intégrer le risque d'incendie lié au kérosène dans le cadre de la partie de la démonstration de sûreté nucléaire relative à la chute accidentelle d'un avion car la vidange des réservoirs évoquée dans ce cas par EDF avant la chute n'est pas toujours possible.

Demande n°3 : L'ASN vous demande, dans le cadre des prochains réexamens de sûreté, de réaliser une analyse des différents phénomènes d'agression des cibles de sûreté par les effets indirects de la chute d'un avion autres que l'impact et de justifier la manière dont ces agressions sont prises en compte, pour chacune des familles d'avions considérées, dans l'évaluation globale du risque de dégagement inacceptable de substances radioactives en cas de chute accidentelle d'un avion.

2) Prise en compte des agressions indirectes induites par la chute d'un avion

Si la bache PTR est retenue comme cible de sûreté au titre de la fonction F3, elle n'est en revanche pas retenue comme cible ni pour la fonction F1 (sur la base du caractère non plausible d'un cumul indépendant entre une chute d'avion sur ce bâtiment et une situation d'accident de perte de réfrigérant primaire), ni pour la fonction F2.

Si la perte fonctionnelle de la bache PTR ne représente effectivement pas un enjeu direct au regard de les fonctions F1 ou F2, en revanche il est nécessaire de s'assurer que l'inondation induite par la rupture de la bache et l'endommagement des rétentions associées ne puisse indirectement affecter la réalisation de ces fonctions.

Demande n°4 : L'ASN vous demande, dans le cadre des prochains réexamens de sûreté :

- **soit de retenir la bache PTR comme cible de sûreté pour l'évaluation du risque associé aux fonctions F1 ou F2 dans l'application de la RFS I.2.a pour l'ensemble des familles d'avions ;**
- **soit de démontrer que l'inondation induite par la chute d'un avion sur cette cible ne peut provoquer la perte d'équipements nécessaires à la réalisation de ces fonctions.**

Plus généralement, EDF n'identifie pas l'atteinte de cibles⁸ n'abritant pas des éléments nécessaires à la réalisation des fonctions F1, F2 ou F3 mais dont la destruction pourrait pourtant induire une agression (explosion, incendie, inondation, effondrement du bâtiment,...) susceptible de remettre en cause la réalisation d'une de ces fonctions de sûreté.

L'ASN considère que l'identification de ces cibles potentielles est nécessaire dans le cadre des prochains réexamens de sûreté pour évaluer si le scénario de chute d'avion :

- remet ou non en cause les cas de charges retenues pour définir et justifier les dispositions de protection en place à l'encontre de ces agressions induites ;
- est susceptible à la fois d'induire une agression et d'endommager des dispositions de protection en place associées.

Demande n°5 : L'ASN vous demande, dans le cadre des prochains réexamens de sûreté, en complément des bâtiments abritant des systèmes nécessaires aux fonctions de sûreté définies dans la RFS I.2.a, de prendre en compte lors de l'évaluation des cibles à retenir en cas de chute d'avion l'ensemble des cibles du site qui sont susceptibles de remettre en cause la réalisation d'une de ces fonctions de sûreté par des agressions indirectes induites (inondation, incendie, explosion, émanation de gaz toxiques, effondrement d'ouvrage ou de structures de génie civil, etc.).

⁸ Exemples : parc à gaz, salle des machines, digues ou bassins, aéroréfrigérants,...