

Fontenay-aux-Roses, le 23 mai 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00173

Objet : Etablissement AREVA NC de La Hague  
Etude technique relative aux risques liés à la foudre de l'atelier T2  
de l'INB n° 116 (usine UP3-A)

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-CAE 2016-029646 du 27 juillet 2016  
2. Décision ASN n° 2016-DC-0554 du 3 mai 2016

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur l'étude technique relative aux risques liés à la foudre (dénommée étude technique « foudre ») de l'atelier T2 de l'INB n° 116 (usine UP3-A), transmise par le directeur de l'établissement AREVA NC de La Hague en avril 2016.

De l'évaluation de cette étude et des éléments complémentaires transmis au cours de l'instruction, l'IRSN retient les principaux éléments suivants.

## 1 CONTEXTE

Les dispositifs de protection contre la foudre, en place actuellement sur l'établissement de La Hague, résultent de l'application de la norme NF C 17-100 et sont notamment constitués de dispositifs de capture des impacts de foudre. Dans le cadre de l'instruction du dossier de réexamen de sûreté de l'INB n° 116 qui s'est achevée en 2015, l'IRSN a rappelé que la norme NF C 17-100 était obsolète et qu'il convenait d'utiliser la série de normes NF EN 62305, qui constitue l'état de l'art actuel en matière de protection contre la foudre, afin de déterminer le niveau de performance minimal de protection des installations. En outre, l'IRSN a également indiqué que la seule application de ces normes n'est pas suffisante pour justifier que les dispositions de protection retenues sont suffisantes pour des installations nucléaires. Pour ce faire, il est, en effet, nécessaire que l'exploitant réalise une analyse de sûreté visant à justifier que les dispositions de protection retenues à l'égard des effets directs et indirects de la foudre permettent d'atteindre un niveau de protection adapté aux enjeux de sûreté des installations.

Dans la décision citée en seconde référence relative au réexamen de sûreté de l'INB n° 116, l'ASN a prescrit à l'exploitant de réviser la démonstration de la maîtrise des risques liés à la foudre. Dans ce cadre, l'ASN a demandé que cette démonstration soit basée sur l'application de

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses

Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

la norme NF EN 62305 en la complétant d'une analyse au regard des enjeux de sûreté d'une installation nucléaire.

L'étude technique « foudre » de l'atelier T2 transmise par l'exploitant correspond à la déclinaison à cet atelier de la nouvelle méthode générale retenue pour assurer la protection des installations de l'établissement de La Hague contre la foudre (effets directs et indirects), réalisée sur la base de la série de normes NF EN 62305. Cette étude, réalisée par une société extérieure, préconise des actions à réaliser pour l'atelier T2. Sur la base de cette étude, l'exploitant sollicite l'accord de l'ASN pour déployer cette méthode à l'ensemble des installations de l'INB n°117 (usine UP2-800), puis à terme à l'ensemble de l'établissement de La Hague. A cet égard, l'ASN demande à l'IRSN de se prononcer sur la nouvelle méthode générale retenue par l'exploitant.

Au cours de l'instruction, l'exploitant a transmis à l'IRSN un document, rédigé par la même société extérieure, qui présente les préconisations de protection contre la foudre pour l'INB n°117 ; ce document décline de façon plus détaillée que dans l'étude technique foudre de l'atelier T2, les principes et les critères retenus dans la méthode générale de protection contre la foudre. L'exploitant a également transmis un courrier présentant les dispositions qu'il retenait pour l'atelier T2 parmi ces préconisations. Aussi, il n'existe pas actuellement de document d'AREVA présentant la méthode générale d'analyse des risques liés à la foudre, en particulier les principes et les critères retenus, qu'il retient pour l'ensemble des installations de l'établissement de La Hague. **L'IRSN estime que l'exploitant devra rédiger et transmettre un tel document.** Ceci fait l'objet de la recommandation n°1 formulée en annexe 1 au présent avis.

Il est important de souligner que les documents transmis ne visent pas à justifier le caractère suffisant pour la sûreté des dispositions de protection contre la foudre. Ces éléments de justification concernant l'INB n°116 ont fait l'objet de documents transmis par l'exploitant en février 2017, conformément à la prescription [116 REEX-14] de la décision de l'ASN citée en seconde référence. Ceux-ci ne sont pas examinés par l'IRSN dans le cadre de la présente instruction.

## **2 NOUVELLE METHODE D'ANALYSE DES RISQUES LIES A Foudre**

L'étude technique foudre de l'atelier T2 indique que l'objectif retenu est d'assurer un niveau de protection I des installations selon la norme NF EN 62305, en utilisant comme système de protection contre la foudre des composants des bâtiments et, en particulier, le ferrailage des voiles en béton armé. Le niveau de protection I correspond au meilleur niveau de protection proposé par cette norme, dont l'objectif est de permettre la capture d'au moins 98 % des coups de foudre. **Ce niveau de protection n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

L'étude technique « foudre » de l'atelier T2 traite des effets directs et indirects liés à la foudre. A cet égard, il convient de rappeler que :

- les « effets directs » concernent les conséquences directes d'un foudroiement d'une structure ou d'un bâtiment. Ils peuvent conduire à la destruction d'un matériel (due à l'échauffement thermique des matériaux), à un risque d'incendie ou à l'écaillage du béton d'un bâtiment ;
- les « effets indirects » concernent les matériels qui ne sont pas foudroyés directement mais qui peuvent être dégradés par rayonnement direct du champ électromagnétique de la foudre ou sous l'effet de surtensions dues au foudroiement d'un autre bâtiment ou d'équipements qui sont conduites par des liaisons métalliques (tuyauteries, liaisons électriques, chemins de câbles, etc...).

## 2.1 Effets directs de la foudre

La méthode générale retenue se décompose en trois étapes :

- l'examen des zones pouvant être impactées par la foudre à l'aide de la méthode dite de la « sphère fictive » de rayon correspondant à un niveau de protection I ;
- la vérification de la possibilité d'utiliser les composants des bâtiments comme éléments de capture ou de descente du courant de foudre ;
- l'examen particulier des éléments importants pour la protection des intérêts protégés (EIP) implantés en terrasse des bâtiments et la mise en œuvre, si nécessaire, de protections externes spécifiques.

L'étude technique « foudre » de l'atelier T2 présente les zones de cette installation pouvant être impactées par la foudre. Pour les bâtiments concernés, l'étude indique que la capture de la foudre est assurée principalement par les acrotères recouverts d'une tôle de parement métallique et que la descente des courants de foudre jusqu'à la terre est assurée par le ferrailage du béton armé des bâtiments. L'étude indique que les vérifications effectuées permettent de considérer que ces dispositions assureront effectivement un niveau de protection I. Aussi, l'exploitant a indiqué qu'il procédera à la dépose de certains équipements du système de protection actuel contre la foudre, en particulier les pointes caprices en toiture des bâtiments.

Dans le cas de l'utilisation des ferrailages du béton armé comme éléments du système de protection contre les effets directs de la foudre, la norme NF EN 62305-3 impose un certain nombre d'exigences concernant :

- la continuité électrique et la résistance des chemins de descente des courants de foudre jusqu'à la terre ;
- le caractère suffisant des sections des éléments participant à la descente du courant de foudre et le dimensionnement des mailles constituées par le ferrailage.

L'étude technique transmise ne présente pas d'élément justifiant le respect de ces exigences. Au cours de l'instruction, l'exploitant a transmis des éléments complémentaires concernant les dispositions constructives des bâtiments de l'atelier T2, en matière notamment de conception du ferrailage des voiles en béton armé (longueur de recouvrement, section des armatures...). **L'IRSN estime que ces éléments permettent de justifier que le ferrailage peut effectivement être utilisé comme dispositif de descente des courants de foudre.**

Pour ce qui concerne la résistance des chemins de descente des courants de foudre jusqu'à la terre, l'exploitant a indiqué, au cours de l'instruction, qu'il prévoit de réaliser une seule mesure de résistance électrique entre la partie haute d'un bâtiment de l'atelier et la mise à la terre, afin de vérifier le respect de la valeur maximale demandée par la norme. Cette mesure vise à valider l'utilisation des armatures des bâtiments comme conducteurs de descente des courants de foudre. Toutefois, l'exploitant n'a pas justifié que la réalisation d'une seule mesure de résistance est suffisante pour apporter cette validation. A cet égard, l'IRSN souligne que dans le cas de l'utilisation de pointes caprices reliées à la terre par des conducteurs pour assurer la protection contre la foudre, la norme NF C 17-100 préconise que soit réalisée une mesure de résistance électrique pour chaque conducteur électrique. Aussi, pour l'IRSN, la nouvelle méthode de l'exploitant de protection contre les effets directs de la foudre, qui consiste à utiliser les composants des bâtiments pour assurer cette protection, nécessite d'avoir une assurance suffisante que ceux-ci permettent effectivement d'assurer la descente des courants de foudre quel que soit le point d'impact de la foudre sur un bâtiment. **Par conséquent, l'IRSN estime que l'exploitant devra justifier le caractère suffisant des dispositions retenues pour vérifier la faible résistance électrique du système de descente des courants de foudre.** Ce point fait l'objet de la recommandation n° 2 formulée en annexe 1 au présent avis.

Par ailleurs, l'étude technique « foudre » de l'atelier T2 présente une analyse des risques liés aux effets directs par la foudre pour les EIP qui ne sont pas implantés à l'intérieur des bâtiments abritant des activités nucléaires de cet

atelier, c'est-à-dire les groupes électrogènes de sauvegarde et les aéroréfrigérants de la centrale de production d'eau de refroidissement des équipements de cet atelier. Il a notamment été examiné si ces équipements pouvaient être impactés directement par la foudre compte tenu de leur implantation et des éléments de protection existant. L'exploitant prévoit d'augmenter la longueur des points caprices de la structure abritant les groupes électrogènes de sauvegarde. **Cela n'appelle pas de remarque particulière de l'IRSN.**

## 2.2 Effets indirects de la foudre

L'étude technique « foudre » de l'atelier T2 indique que la protection des équipements de cet atelier contre les effets indirects repose sur le concept de zone de protection contre la foudre (ZPF) décrit dans la série de normes NF EN 62305. Les quatre zones définies dans la norme sont représentatives d'un niveau d'exposition au courant et au champ électromagnétique induit par la foudre. L'étude technique « foudre » indique que les dispositions constructives des bâtiments de l'atelier T2 permettent de considérer que l'intérieur de ces bâtiments et les interconnexions entre ceux-ci sont des ZPF1 (c'est-à-dire des zones exposées uniquement au courant de foudre partiel et à un champ électromagnétique atténué). **Cela n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

L'étude technique « foudre » présente une analyse des risques liés aux surtensions induites à l'intérieur des bâtiments par les champs électromagnétiques dus aux câbles électriques entrant ou sortant de l'atelier T2, en cas d'impact de foudre sur ces câbles à l'extérieur des bâtiments. Cette analyse vise à vérifier le caractère suffisant des dispositions retenues pour réduire, à un niveau acceptable, ces surtensions afin d'éviter de détériorer les matériels électriques qui y sont sensibles. Cette étude conclut que les dispositions de protection existantes (câbles transitant entre deux bâtiments dans des conduits métalliques reliés à la terre, câbles équipés d'écrans (armature, blindage...) raccordés à la terre...) sont adaptées et suffisantes et qu'il n'est donc pas nécessaire d'installer des parafoudres sur les liaisons électriques externes pour écrêter les surtensions induites par rayonnement dans la mesure où elles sont suffisamment réduites. **Cela n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

En revanche, l'étude technique « foudre » n'apporte pas d'information concernant les dispositions permettant d'éviter, en cas de coup de foudre, des surtensions « conduites » par des câbles électriques entrant dans l'atelier T2, qui proviennent d'une zone exposée au courant de foudre direct ou partiel. Au cours de l'instruction, l'exploitant a présenté les protections existantes à l'égard des surtensions conduites par les câbles d'alimentation électrique de puissance (lignes électriques de 90 kV protégées par des parafoudres, limiteurs de tensions sur les transformateurs HT/BT...). L'IRSN estime que si ces dispositions permettent de limiter la valeur de surtension à l'intérieur de l'atelier, elles ne sont toutefois pas suffisantes pour protéger l'ensemble des équipements électriques de l'installation. En effet, selon les informations disponibles, cette valeur de surtension est supérieure à la limite de tenue à la surtension de certains équipements de l'atelier T2, notamment les équipements de contrôle-commande, dont certains sont identifiés comme des EIP (armoires de sécurité, tableaux de sécurité et tableaux de repli). **Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant devra évaluer l'impact d'une éventuelle surtension « conduite » sur les EIP concernés et, selon les conséquences pour la sûreté de leur défaillance, mettre en place des dispositions complémentaires pour protéger les EIP contre ces surtensions.** Ce point fait l'objet de la recommandation n°3 formulée en annexe 1 au présent avis.

Par ailleurs, l'exploitant a indiqué qu'un certain nombre de dispositions de protection contre la foudre sont vérifiées lors des contrôles périodiques des installations électriques réalisées par un organisme extérieur agréé. Au cours de l'instruction, l'exploitant a toutefois indiqué que la mise à la terre des écrans des câbles et des conduits métalliques des liaisons électriques externes des bâtiments de l'établissement de La Hague ne fait pas l'objet de contrôle périodique. **Ceci n'est pas satisfaisant dans la mesure où ces dispositions participent à la justification de la maîtrise des risques liés aux effets indirects de la foudre.** Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant devrait mettre

en place des contrôles périodiques de ces équipements. Ce point fait l'objet de l'observation formulée en annexe 2 au présent avis.

### **3 ENREGISTREMENT DES IMPACTS DE Foudre ET INSPECTION CONSECUTIVE DU SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre**

La norme NF EN 62305-3 préconise que des dispositions soient mises en œuvre pour l'enregistrement des impacts de foudre lors d'un épisode orageux ainsi que pour l'inspection du système de protection contre la foudre concerné par ces impacts, à l'issue d'un épisode orageux, afin de pouvoir procéder aux éventuelles réparations nécessaires. Ces vérifications sont essentielles pour garantir l'efficacité du système de protection contre la foudre.

Dans la situation actuelle, les bâtiments des INB de l'établissement de La Hague sont équipés de compteurs d'impacts de foudre reliés au système de protection constitué de pointes caprices et des lignes spécifiques de descente des courants de foudre jusqu'à la terre. L'utilisation des ferrillages des voiles en béton armé dans le système de protection contre la foudre rend impossible l'utilisation des compteurs d'impacts de foudre. Au cours de l'instruction, l'exploitant a indiqué qu'il fait appel à une société spécialisée pour le comptage et la localisation des impacts de foudre sur l'établissement. L'exploitant a indiqué que les dispositions retenues permettent de déterminer les zones de l'établissement susceptibles d'avoir été impactées par la foudre avec une précision de 50 %.

**L'IRSN estime que ce niveau de précision est insuffisant pour permettre que soit réalisée une vérification suffisamment exhaustive de l'ensemble des systèmes de protection à l'issue d'un épisode orageux. Pour l'IRSN, de telles vérifications sont d'autant plus importantes que les systèmes de protection contre la foudre ne sont pas constitués uniquement de pointes caprices mais de composants des bâtiments comme éléments de capture ou de descente du courant de foudre. Or, selon les informations disponibles concernant le dispositif prévu, un niveau de précision notablement plus important des zones de l'établissement susceptibles d'avoir été impactées par la foudre est possible. Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant devra retenir des dispositions permettant d'atteindre le meilleur niveau de précision possible pour la détermination des zones de l'établissement susceptibles d'avoir été impactées par la foudre. Ceci fait l'objet de la recommandation n°4 en annexe 1 au présent avis.**

Au cours de l'instruction, l'exploitant a présenté une méthode de « rationalisation des contrôles après impact de foudre », qui ne prend en compte, pour la détermination de la zone d'inspection, que les impacts de foudre d'intensité supérieure au quart de l'intensité d'un courant de foudre capté par un niveau I de protection. L'exploitant n'a pas présenté d'éléments justifiant qu'un coup de foudre non capté, même d'intensité inférieure au seuil qu'il a retenu, n'est pas susceptible d'endommager un EIP. A cet égard, l'IRSN souligne que la norme NF EN 62305-3 préconise la vérification d'un système de protection contre la foudre après toute décharge de foudre identifiée le concernant et donc la prise en compte de l'ensemble des coups de foudre enregistrés, sans seuil d'intensité minimale. L'exploitant ne prévoit donc pas d'appliquer complètement la norme sur ce point. **De ce fait, sauf éléments justificatifs étayés, l'IRSN estime que l'exploitant devra considérer l'intégralité des impacts enregistrés pour la détermination des systèmes de protection contre la foudre à vérifier. Ceci fait l'objet de la recommandation n°5 en annexe 1 au présent avis.**

Enfin, l'exploitant a indiqué que la procédure précisant les dispositions à prendre à la suite d'un coup de foudre avéré sera révisée pour y intégrer les actions supplémentaires prévues en matière de vérification de l'état des systèmes de protection. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

## 4 CONCLUSION

De l'évaluation de l'étude technique relative aux risques liés à la foudre de l'atelier T2 de l'INB n°116 et des éléments transmis par l'exploitant au cours de l'instruction, l'IRSN considère que la nouvelle méthode proposée pour déterminer les dispositions de protection de cet atelier contre les effets directs et indirects de la foudre et les dispositions retenues correspondantes sont acceptables, sous réserve de la prise en compte des recommandations 2 à 5 formulées en annexe 1 au présent avis.

L'IRSN rappelle que cette étude, basée sur la série de normes NF EN 62305, ne vise pas à justifier le caractère suffisant pour la sûreté des dispositions de protection contre la foudre. A cet égard, les éléments de justification transmis par l'exploitant en février 2017 concernant l'INB n°116, en réponse à la prescription [116 REEX-14] de la décision de l'ASN citée en seconde référence, seront examinés par l'IRSN dans un autre cadre.

Par ailleurs, l'évaluation réalisée a mis en évidence que l'étude technique foudre de l'atelier T2 était incomplète sur plusieurs points. Aussi, dans l'objectif de déployer cette méthode à l'ensemble des installations de l'établissement, l'IRSN considère que l'exploitant devra transmettre un document présentant la méthode générale d'analyse des risques liés à la foudre qu'il retient pour l'ensemble des installations de l'établissement de La Hague, traitant de tous les aspects liés aux effets directs et indirects de la foudre et tenant compte des recommandations formulées concernant l'étude technique foudre de l'atelier T2. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1 formulée en annexe 1 au présent avis.

En outre, l'exploitant devrait tenir compte de l'observation formulée en annexe 2 au présent avis.

Pour le directeur général, par délégation,

Jean-Paul DAUBARD,

Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

**Annexe 1 à l'Avis IRSN/2017-00173 du 23 mai 2017**

**Recommandations**

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que l'exploitant transmette un document présentant la méthode générale d'analyse des risques liés à la foudre qu'il retient pour l'ensemble des installations de l'établissement de La Hague. Ce document, qui devra traiter de tous les aspects liés aux effets directs et indirects de la foudre, présentera les principes et les critères retenus, indépendamment de toute déclinaison à un atelier ou à une INB.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que l'exploitant justifie le caractère suffisant des dispositions prévues pour vérifier la faible résistance électrique du système de descente des courants de foudre assuré par le ferrailage des voiles en béton armé des bâtiments (nombre et localisation des mesures en fonction des caractéristiques des bâtiments concernés).

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que l'exploitant évalue l'impact d'une éventuelle surtension « conduite » par les câbles d'alimentation électrique sur les EIP concernés de l'installation et, selon les conséquences pour la sûreté de leur défaillance, mette en place des dispositions complémentaires pour protéger les EIP contre ces surtensions.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande que l'exploitant retienne le meilleur niveau de précision possible pour la détermination des zones de l'établissement susceptibles d'avoir été impactées par la foudre, afin d'être en mesure de pouvoir vérifier, à l'issue d'un épisode orageux, l'état de l'ensemble des systèmes de protection des bâtiments concernés abritant des équipements participant à la sûreté.

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande que l'exploitant prenne en compte, pour la vérification et le contrôle des systèmes de protection contre la foudre après un épisode orageux, tous les impacts de foudre les concernant identifiés, sans limite d'intensité pour ces impacts. A défaut, l'exploitant devra justifier que l'intensité des impacts de foudre non pris en compte n'est pas susceptible d'avoir des conséquences sur la sûreté, notamment en cas de défaillances d'EIP.

**Annexe 2 à l'Avis IRSN/2017-00173 du 23 mai 2017**

**Observation**

L'IRSN estime que la mise à la terre des écrans des câbles et des conduits métalliques des liaisons électriques externes des bâtiments de l'établissement de La Hague devrait faire l'objet de contrôles périodiques.