

Protection contre la foudre

Installations nucléaires

La foudre est un phénomène naturel qui peut avoir des conséquences plus ou moins importantes sur les installations nucléaires. Cependant ces conséquences peuvent être évitées avec une protection contre la foudre adaptée. Il y a en pratique trois problématiques :

- **Comment éviter que la foudre n'engendre un scénario de contamination de l'environnement ?**
- **Comment protéger les installations nucléaires contre les impacts directs, notamment les noyaux durs ?**
- **Comment protéger l'installation électrique contre les effets indirects, garantir l'intégrité des équipements sensibles ?**



CEA Cadarache

1. Etudes des scénarios contenus dans le rapport de sûreté

La foudre qui frappe un bâtiment peut entraîner des dommages sur sa structure, ses occupants et ses biens, y compris des défaillances des matériels, particulièrement électriques et électroniques. Les dommages et les défaillances peuvent aussi s'étendre dans l'environnement de la structure et peuvent impliquer l'environnement en dehors du site. Cette extension est fonction des caractéristiques de la structure et du coup de foudre.

Les installations nucléaires présentent la particularité de présenter un risque de contamination radioactif pour l'environnement et pour les personnes pouvant se trouver dans et autour de l'installation.

Par rapport à une installation industrielle non-nucléaire, les scénarios redoutés sont donc les scénarios de dissémination de matière radioactive liés à une perte d'une barrière de confinement statique ou dynamique.

C'est pourquoi, il est nécessaire d'étudier le rapport de sûreté et l'effet de la foudre sur les fonctions de sûreté. L'analyse est basée sur les scénarios pour lesquels la foudre est facteur déclencheur ou aggravant en prenant en compte les effets directs et indirects de la foudre.

Scénarios liés aux effets directs :

- les incendies liés à un coup de foudre direct sur la structure ,
- une perte de confinement pouvant être à l'origine d'un choc direct détériorant mécaniquement une partie de la structure du bâtiment,
- un épandage d'effluent ou de déchets radioactifs lié à un choc de foudre pendant un transfert.

Scénarios liés aux effets indirects :

- les incendies d'origine électrique liés aux effets indirects de la foudre,
- la perte de confinement liée à la perte d'alimentation électrique de la ventilation nucléaire,
- une explosion d'hydrogène émis par radiolyse, déclenché par les effets indirects de la foudre,
- une perte d'alimentation électrique, engendrant une perte de surveillance ou une perte de contrôle de l'installation,
- une détérioration ou perte d'alimentation des Equipements Importants pour la Sûreté (EIS) et Moyens de Maîtrise des Risques (MMR).



La Hague

Afin d'éviter que de tels scénarios se produisent en cas d'impact de foudre, SEFTIM travaille avec les industriels du nucléaire et les centres de recherche pour définir des solutions adaptées. Cette démarche est un des éléments important de l'Analyse du Risque Foudre.

2. Protection contre les effets directs pour les installations nucléaires

- **Protection contre les effets directs de la foudre**, il existe différentes solutions adaptées en fonction du type de structure et du niveau de risque estimé lors de l'Analyse du Risque Foudre.
 - Utilisation d'un paratonnerre à tige simple adaptée aux éléments de toiture, aux petits bâtiments, aux cheminées et évents,
 - Utilisation d'un système de protection foudre isolé lors de présence importante d'équipements en toiture et lorsque l'on veut éviter un réamorçage sur la structure du bâtiment (respect de la barrière de confinement, présence d'amiante,...)

Protection contre la foudre

Installations nucléaires

- Utilisation d'un système de fils tendus lorsque la toiture ne peut être utilisée pour des raisons structurelles et/ou de risque nucléaire.
- Ces dispositifs de capture sont accompagnés de conducteurs de descente naturels (cas d'une structure métallique) ou dédiés, d'une prise de terre foudre interconnecté à la prise de terre en fond de fouille.

- **Evaluation en haute fréquence du réseau de terre foudre** : sur certaines installations nucléaires, il est parfois difficile d'envisager des travaux de longue durée du fait de la présence de radioactivité importante. Afin d'éviter des travaux trop importants de prise de terre, il est parfois envisagé de contrôler l'état de ce réseau de terre en réalisant des mesures d'impédance en haute fréquence, comme suggéré dans la norme IEC 62305-3, en différents points répartis sur le pourtour du bâtiment.



CEN Mâamora MAROC

Ceci permet de valider la présence du réseau de terre, sa forme et son état, sans réaliser de terrassement. Ces mesures permettent également de déterminer si le réseau de terre est utilisable en totalité ou en partie, ou encore s'il doit être complété par des prises de terre complémentaires. D'une manière globale, ces mesures et leur interprétation, ont pour but d'évaluer l'aptitude du réseau de terre à l'écoulement des courants de foudre et vérifier si sa caractéristique électrique est compatible avec la sécurité des installations et des personnes dans et à proximité des bâtiments. Ces mesures permettent également de dimensionner avec plus de précision les parafoudres.

- **Protection des système de protection ultimes** : l'accident survenu en 2011 dans la centrale nucléaire de Fukushima au Japon est un des accidents majeurs de l'industrie nucléaire dans le monde. Suite à cet événement il est apparu nécessaire de prendre en compte des solutions de protection ultimes permettant de tenir des contraintes naturelles plus sévères que la normale: séisme, raz-de-marée, inondation ... Bien évidemment la foudre fait partie de ces contraintes naturelles. Les chocs de foudre différents des chocs de foudre normalisés doivent alors être pris en compte en tenant compte des distributions CIGRE (rapport d'août 2013) et du retour d'expérience.
- **Pour réduire le risque de contamination**, il est nécessaire d'utiliser une détection d'orage couplée à une procédure d'arrêt de certaines activités à risque comme :
- Le dépotage d'effluent radioactif,
 - Le transfert de fûts de déchets radioactifs,
 - Le transfert de combustibles nucléaires...



CEA Marcoule

3. Protection contre les effets indirects pour les installations nucléaires

- **Pour la protection contre les effets indirects de la foudre**, il est nécessaire d'installer des parafoudres de Type 1+2 de niveau de protection bas sur les lignes de puissance normal/secours et de courant faible entrantes et sortantes du bâtiment. Ces parafoudres de Type 1+2 permettent de réaliser l'équipotentialité et de participer à la protection du réseau électrique. Il est souvent nécessaire d'installer des parafoudres de Type 2 au plus proche des EIS et des MRR qui représentent une protection plus fine de ces équipements sensibles (système de ventilation, surveillance incendie, surveillance radiologique, baie de téléalarme, appel secours, Groupe Electrogène Fixe ou Mobile ...)