



FOIRE AUX QUESTIONS (FAQ)

Version 3.0

Date: 30/11/2023

REDACTEURS

La version 3.0 de la FAQ Qualifoudre a été rédigée par Olivier HYVERNAGE (responsable d'affaires QUALIFOUDRE à l'INERIS) et des experts N4.

La certification QUALIFOUDRE permet d'assurer que les professionnels certifiés mettent en application une organisation adaptée et appliquent les règles de l'art de la protection et de la prévention contre la foudre.

La présente FAQ répond aux questions techniques posées par les professionnels certifiés QUALIFOUDRE et par les exploitants.

Cette FAQ complète les notes techniques Qualifoudre/F2C par des précisions et informations utiles pour l'organisme certifié et l'exploitant.

CONTEXTE

La foire aux questions FAQ traite des règles spécifiques qui sont mises en œuvre pour les professionnels QUALIFOUDRE dans un objectif d'harmonisation des pratiques.

Ces règles sont proposées suite aux questions posées par les professionnels certifiés QUALIFOUDRE, qui nécessitent une réponse de l'INERIS.

Lors de l'élaboration, l'INERIS a recueilli pour chaque question l'avis d'au moins 2 experts N4 d'organismes différents. Une règle est considérée comme recevable si les 2 experts N4 l'approuvent et si elle ne diverge pas des normes en vigueur. En cas de doute, le comité de normalisation français UF 81 peut être consulté. Cette procédure sera appliquée pour les révisions futures.

Ce document est diffusé aux professionnels certifiés Qualifoudre qui se doivent de s'y conformer dans le cadre de leurs activités.

INTRODUCTION

La FAQ s'intègre dans l'application du référentiel QUALIFOUDRE V4.0 complété par le document « Exigences QUALIFOUDRE V4.0 ».

Globalement, la certification QUALIFOUDRE est basée sur la certification de l'entreprise (par audit annuel) et sur la certification du personnel (N1, N2, N3, N4), pour lequel des pré requis de formation sont nécessaires.

Les pré-requis de formation foudre initiale (2 jours – à minima 12h) et de formation foudre approfondie (2 jours – à minima 12h) sont définies dans le référentiel Qualifoudre V4.0. Ces pré requis sont obligatoires pour les candidats N1, N2.

Pour les candidats N2, une formation foudre globale (initiale et approfondie) de 24 h étalée sur 3 à 4 jours est possible. Dans tous les cas, les formations sont réalisées par un formateur N4 (voir liste des formateurs N4 sur la page internet INERIS QUALIFOUDRE).

La formation foudre de recyclage (concernant le personnel déjà certifié) est obligatoire tous les 3 ans (avant le renouvellement du certificat de compétence) si le personnel certifié n'a pas maintenu sa compétence technique avec des prestations régulières en protection contre la foudre (le maintien de compétence en foudre du personnel peut être justifié auprès de l'INERIS dans un document enregistré dans le système qualité de l'entreprise) ou si le référentiel normatif a changé.

Le contenu et la durée de formation foudre de recyclage (a minima 1 jour) peut être adapté selon la ou les activités foudre de l'entreprise.

A. ANALYSE DU RISQUE

A.1 Pourquoi faut-il utiliser la valeur de densité de foudroiement du Nsg dans les ARF ?

Cette donnée fournie par METEORAGE est la valeur locale de densité de foudroiement Nsg, correspondant au point de contact au sol des impacts de foudre /an /km² de la commune sur laquelle se situe l'installation classée concernée.

Cette valeur doit être utilisée dans le calcul du risque R1 sans être divisée par 2.

A.2 La valeur Nsg d'une commune peut-elle être utilisée plusieurs années consécutives ?

Oui, cela est possible mais uniquement quand une ARF d'un site a été faite avec un Nsg donné, ce Nsg reste valable tant que l'analyse ARF globale du site n'est pas reprise.

Exemple : Une ARF a été faite pour un bâtiment d'un site et une mise à jour d'ARF est demandée pour inclure un autre bâtiment du même site (extension à un nouveau bâtiment) : La valeur retenue pour l'ARF précédente est utilisée pour l'ARF à faire pour cette extension. La règle est « une seule valeur de Nsg pour les ARF d'un site ». Si toutes les ARF d'un site sont reprises, la dernière valeur de Nsg disponible est à retenir.

Dans les autres cas en métropole, il faut prendre en compte la nouvelle valeur du Nsg locale fournie par METEORAGE. Sachant que l'analyse ARF globale est reprise dans le cas de modifications substantielles au sens de l'article R. 512-33 du code de l'environnement et à chaque révision de l'étude de dangers ou pour toute modification des installations qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrées de l'ARF.

A.3 Dans quelle condition est-il possible de réaliser une ARF sans visite du site ?

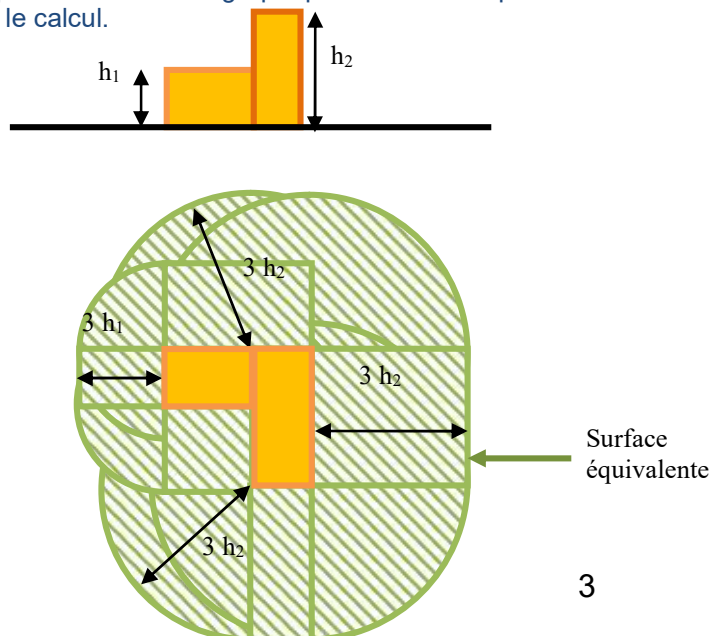
Une visite des installations est indispensable pour réaliser une ARF. La seule exception acceptable est lorsque l'installation est à l'état de projet (non construite) et que les installations adjacentes (voir NF EN 62305-2) éventuelles n'influencent à priori pas le résultat de l'ARF.

Si l'installation qui fait l'objet de l'ARF est une extension d'une structure existante, une visite s'impose.

A.4 Le calcul de la surface équivalente de capture de la foudre par les bâtiments semble ne s'appliquer qu'au bâtiment de forme rectangulaire. Comment sont traités les bâtiments aux contours complexes ?

La surface équivalente de capture permet d'apprécier le nombre de coups de foudre attendu sur la structure en prenant en compte son élévation. Elle est égale à la surface de la structure additionnée des surfaces autour du bâtiment jusqu'à une distance de trois fois la hauteur de la structure.

Elle peut être obtenue graphiquement sur un plan de masse. Dans ce cas, la surface obtenue est retenue dans le calcul.

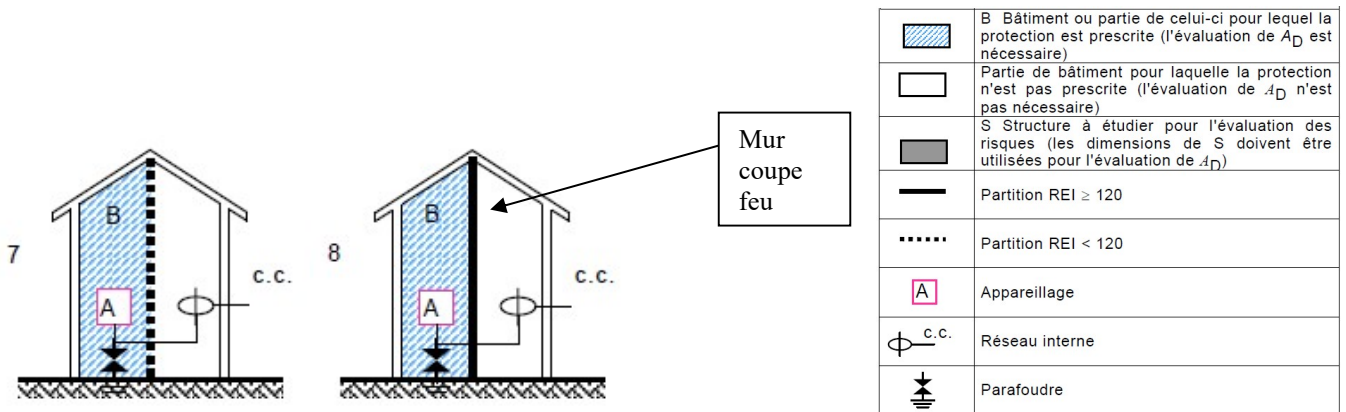


A.5 Est-ce que l'utilisation de l'annexe (informative) A.2 de la norme NF EN 62305-2 (2012) peut être utilisée, diminuant ainsi la surface équivalente d'exposition A_D (cas typique des entrepôts logistiques) ?

Oui, le propriétaire d'une structure a la possibilité de réduire le risque incendie avec des murs coupe-feu. Cette mesure bénéficie également dans l'ARF à l'évaluation du risque d'incendie par la foudre.

Pour être dans la configuration du cas 8 de la figure A4 (extrait ci-dessous), il doit être indiqué dans l'ARF que des parafoudres doivent être mis en place à l'interface des lignes entrantes dans la partie de structure étudiée même si ces lignes proviennent d'une autre partie de la structure.

Dans la figure ci-dessous, l'ARF est définie pour le volume hachuré en bleu. La partie de droite (de l'autre côté du mur coupe-feu) peut également faire l'objet d'une autre ARF. Ainsi, un entrepôt de 3 cellules peut être traité par 3 ARF plutôt qu'en considérant une seule structure de grand volume.



Extrait de la norme NF EN 62305-2 (2012) : Figure A4 - Structure à considérer pour l'évaluation de la surface équivalente d'exposition

Pour appliquer le cas 8 de la figure A4, il faut utiliser des parafoudres de type 1 aux interfaces de la structure.

A.6 Certaines structures sont reliées à des installations annexes par de très nombreuses liaisons électriques ou canalisations conductrices. L'ARF doit-elle prendre en compte chaque câble et/ou canalisation ?

Ce qui est retenu dans le calcul, ce sont les vecteurs entrants. Il peut s'agir d'une ligne ou d'un groupement de lignes. Les câbles qui empruntent le même cheminement à l'extérieur de la structure sont comptés pour une voie d'entrée pour la foudre. Si l'ARF conclut qu'un ensemble de câbles nécessite une protection, la protection s'applique à l'ensemble des conducteurs.

A.7 Comment le risque d'incendie (R_f) est-il apprécié ?

La norme NF EN 62305-2 indique que la charge calorifique du contenu du bâtiment permet de décider du niveau de risque d'incendie (à partir de 800MJ/m² le risque d'incendie est considéré comme élevé).

Il est indispensable de justifier le choix du risque d'incendie qui peut être obtenu par un calcul de la charge calorifique (même si ce calcul est estimatif en se basant sur les caractéristiques et les volumes des produits stockés les plus contraignants au sens du pouvoir calorifique et sur la quantité maximale de stockage autorisée dans l'installation classée).

Le classement du risque d'incendie peut également être fourni dans l'étude de dangers EDD (fournie par l'exploitant).

Si l'utilisation du bâtiment change (plus grande quantité de produits inflammables ou produits avec charge calorifique plus élevée, une mise à jour de l'ARF peut s'avérer nécessaire). C'est par exemple le cas, quand la structure est construite dans le cadre d'un projet immobilier sans information sur son usage définitif. C'est alors une bonne pratique que de considérer une charge calorifique maximale en prévision de l'utilisation finale du bâtiment.

A.8 L'ARF peut-elle s'appliquer à des zones ouvertes comme par exemple les postes de chargement de liquides inflammables ?

Oui. Lorsque l'installation n'a pas de frontière physique (l'installation n'est pas à l'intérieur d'une structure ou est partiellement abritée), le volume à retenir pour l'estimation du nombre d'événement lié au foudroiement est obtenu en retenant une hauteur égale à la plus grande des hauteurs de l'installation et une surface au sol égale à celle occupée par l'installation. Dans le cas d'une structure semi-ouverte avec une toiture, la structure est délimitée par la toiture en prenant en compte la hauteur maximale de cette toiture.

A.9 Comment calculer le risque de perte de vie humaine (R1) lorsque le bâtiment n'est pas occupé ?

Il est rare qu'il n'y ait pas de visite d'entretien ou d'inspection sur une installation qui présente un danger selon l'EDD (d'où $t_p \neq 0$). La durée d'exposition est alors la durée annuelle totale de présence de personnes dans le bâtiment. Il faut aussi tenir compte du temps de présence en dehors du bâtiment dans la zone d'effet potentielle mentionnée dans l'étude de danger. Le risque environnemental de l'édition 2 de la norme NF EN 62305-2 doit être utilisé pour prendre en compte cette durée de présence (voir la note Qualifoudre sur le paramètre L_{FE}).

A.10 La charpente métallique des structures et le bardage métallique peuvent-ils être retenus dans le calcul lorsque leur mise à la terre n'est pas connue ?

Oui, mais ils participent dans ce cas uniquement à l'affaiblissement du champ électromagnétique de la foudre (voir les paramètres K_{s1} et K_{s2} de la norme NF EN 62305-2). Une charpente métallique ne peut être considérée comme une protection de type cage maillée naturelle que si sa mise à la terre est assurée et que les critères de la norme concernant les composants naturels (continuité, durabilité des liaisons ...) sont applicables. Dans ce cas, elle doit être considérée comme un SPF, et doit faire l'objet d'une étude technique ET et de vérifications périodiques.

A.11 Une ARF doit-elle être réalisée pour l'ensemble des bâtiments ou structures mentionnés dans l'EDD et pour lesquels un phénomène dangereux lié à la foudre est identifié ?

Oui. Les rubriques servent à déterminer si l'établissement est soumis à l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié. Si c'est le cas, l'ARF doit porter sur toutes les installations pour lesquelles la foudre peut présenter un risque majeur, quel que soit son classement.

A.12 Lorsque l'ARF conclut à un besoin de protection de type SPF et que cette protection peut être assurée par des composants naturels de protections (par exemple : la structure métallique de la structure assure une protection de type cage maillée), une protection par parafoudre est-elle nécessaire sur les lignes entrantes ?

Oui dans la majorité des cas un parafoudre de type 1 (qui fait partie intégrante du SPF) doit être prévu. Pour ne pas installer de parafoudre, il faut que l'étude technique démontre qu'une autre solution apporte la même efficacité. Dans ce cas, la norme NF EN 62305-4 propose différentes solutions (voir point B.10).

Si un système de protection contre la foudre (SPF) est nécessaire selon l'ARF et si la structure du bâtiment peut être ce SPF, ceci équivaut à une protection de type « paratonnerre » réalisée par la structure. Ainsi, la norme NF EN 62305-3 et -4 ainsi que la NF C 15-100 s'appliquent et une protection des lignes par parafoudre est nécessaire sur les lignes entrantes.

De plus, la norme NF EN 62305-3 (2012), précise :

6.2.5 Liaison équipotentielle de foudre des lignes connectées à la structure à protéger

La liaison équipotentielle de foudre pour les lignes de puissance et de communication doit être réalisée conformément à 6.2.3.

Il convient que tous les conducteurs de chaque ligne soient mis à la terre directement ou par l'intermédiaire d'un parafoudre. Les conducteurs actifs doivent être reliés à la barre d'équipotentialité uniquement par un parafoudre. Dans les schémas TN, les conducteurs PE ou PEN doivent être reliés à la barre d'équipotentialité directement ou par l'intermédiaire d'un parafoudre.

Il convient également de prendre en compte les parafoudres nécessaires pour des équipements extérieurs du fait de non-respect de la distance de séparation ou encore pour les équipements extérieurs équipotentiels avec le SPF (selon 6.2.4).

6.2.4 Liaison équipotentielle de foudre des réseaux internes

Il est essentiel de réaliser une liaison équipotentielle de foudre conformément à 6.2.2 a) et 6.2.2 b).

A.13 Quelle est la différence entre un parafoudre avec un niveau de protection I, II, III ou IV et un parafoudre de type 1, 2 ou 3 ?

Il s'agit de notions différentes.

Le niveau de protection correspond à une efficacité de la protection du parafoudre. Cela se traduit dans les calculs par une probabilité de dommage P_{spd} . Ce niveau de protection indique le niveau d'agression maximale retenu. Il est utilisé pour dimensionner en courant le parafoudre (I_{imp}).

Le type indique la forme d'onde de courant que le parafoudre peut canaliser vers la terre sans dommage. Un parafoudre de type 1 accepte une onde qui correspond à une agression directe de la foudre (durée de l'onde montante de 10 μ s à 90 % d'amplitude et descente à mi amplitude de 350 μ s). Le type 2 n'accepte qu'une onde d'une durée à mi amplitude de 20 μ s.

En présence de paratonnerre, le parafoudre doit être de type 1. Il porte l'indication Type 1 (ou T1), la valeur de I_{imp} est indiquée sur le produit. Le parafoudre de type 2 ne donne pas d'indication de I_{imp} mais une valeur de I_n , il porte l'indication Type 2 (ou T2). Le I_{max} est parfois donné pour les parafoudres de Type 2 mais cette donnée est optionnelle et non dimensionnante. Certains parafoudres sont marqués T1 et T2, ils sont testés pour les deux forme d'onde.

Le parafoudre de type 3 (ou T3) peuvent être utilisés dans l'installation en complément des parafoudres de Type 2. Ils ont généralement un niveau de protection Up bas.

Les parafoudres de Type 1 (classe 1 d'essais de courant de forme 10/350 μ s), de Type 2 (classe 2 d'essais de courant de forme 8/20 μ s) et de Type 3 (classe 3 d'essais utilisant un générateur dit combiné qui fournit une onde de courant de forme 8/20 μ s sur un court-circuit et une onde de tension de forme 1,2/50 μ s sur un circuit ouvert-à l'opposé des Types 1 et 2, le courant injecté dans les parafoudres n'est pas imposé par le générateur mais dépend du parafoudre en essai, c'est pourquoi les données portées sur la plaque signalétique du parafoudre correspondent aux caractéristiques du générateur) sont testés selon les normes NF EN 61643-11 (parafoudres pour alimentation électrique BT). Pour les parafoudres pour réseaux de données, la classification est différente : les parafoudres testés en onde de courant 8/20 μ s sont testés selon une forme d'essai appelée E1 et les parafoudres testés en onde de courant 10/350 μ s sont testés selon une forme d'essai appelée D1. Les parafoudres testés avec une onde de tension sont nommés C1 ou C2 (C2 pour des courants > 1 kA). Par commodité, on utilise parfois les termes T1, T2 et T3 pour les parafoudres D1, E1 et C1 ou C2 respectivement.

A.14 Lorsque l'ARF indique que la méthode d'analyse est déterministe pour un bâtiment et que le besoin de protection imposé sans calcul pour la structure est le niveau de protection I. Est-ce acceptable ?

Non, c'est insuffisant car il faut montrer que la protection réduit le risque à un niveau tolérable. La norme NF EN 62305-2 introduit des niveaux de protections extérieures et intérieures I++ supérieurs au niveau I qui peuvent être nécessaires.

A.15 Quel doit être le niveau de protection d'un EIPS lorsque la protection de la structure n'est pas nécessaire pour réduire le risque ?

Le niveau de protection pour l'équipement EIPS est au minimum le même que celui calculé pour la structure qui l'abrite lorsque cette dernière doit être protégée.

Si la structure ne nécessite pas de protection, le niveau de protection foudre pour l'équipement EIPS est de IV sauf si l'EIPS ou son alimentation est impactable auquel cas le niveau retenu doit être de I.

A.16 Le calcul selon la norme NF EN 62305-2 peut-il être appliqué à un bac de stockage ? Comment traiter les installations extérieures qui ne sont pas abrités dans des structures ?

Oui. La méthode NF EN 62305-2 prévue pour des bâtiments peut s'appliquer à des structures extérieures.

Les installations extérieures, qui ne sont pas abrités dans des structures, sont traitées comme des zones ouvertes : Voir question N°A.8 .

A.17 Comment sont traités les mesures de maitrises des risques MMR et les équipements importants pour la sécurité EIPS dans l'ARF ?

Les modes de défaillance des systèmes électriques, doivent être identifiés préalablement à l'ARF. Lorsqu'une défaillance simple peut conduire à une situation dangereuse (perte de la sécurité d'un système), la décision de protéger est retenue.

Le risque pour les équipements n'est pas seulement la perte des utilités ou de leur destruction mais aussi des comportements erratiques pouvant induire des dérives de procédé ou des risques de blocage en position non sûre.

Par conséquent, les systèmes à sécurité positive ne sont pas retenus dans l'analyse que s'il est démontré que les effets de la foudre ne remettent pas en cause la fonction à sécurité positive.

Les fonctionnements erratiques ne sont pas traités dans les normes foudre. Ces normes ne prennent en compte que la destruction de l'équipement. La sureté de fonctionnement fait l'objet de méthodes et normes spécifiques, les moyens de protection sont souvent associés à des règles de compatibilité électromagnétique, de robustesse et de redondance sans mode commun.

A.18 La norme NF EN 62305-2 (2012) prend-elle en compte toutes les zones ATEX (Z0, Z1, Z2, Z20, Z21 et Z22) ?

Oui, l'édition 2 version 2012 de la norme NF EN 62305-2, qui est applicable dans le cadre de l'arrêté du 4/10/2010 modifié, intègre des valeurs spécifiques du paramètre r_f pour traiter les zones ATEX Z0, Z1, Z2, Z20, Z21 et Z22.

Les justifications utilisées (fournies par l'exploitant ou dans l'étude de dangers EDD) concernant le zonage ATEX doivent être précisées dans le rapport ARF.

Le résultat de calcul du risque R1 de l'ARF donnera le niveau de protection requis (I, II, III ou IV).

Si une structure n'est pas considérée comme structure avec risque d'explosion, il faut également le justifier (selon les notes figurant sous le tableau du paramètre r_f dans la norme NF EN 62305-2).

A.19 Question retirée lors de la version 3 de la FAQ en novembre 2023 (non applicable selon NF EN 62305 de 2012)

Sans commentaire.

A.20 Existe-t-il un tableau complétant les valeurs Lf du tableau C2 de la norme NF EN 62305-2 (2012) ?

Oui, il existe un tableau validé le 19 juin 2014 par la Commission de Normalisation UF 81 – Protection des structures contre la foudre de l'AFNOR et complété par l'INERIS le 10 février 2021.

Ce tableau figure en annexe E.1 de la FAQ : nouveau tableau C2 - NF EN IEC 62305-2 (2012)

A.21 Est-ce que les panneaux photovoltaïques posés sur le toit du bâtiment à protéger doivent être pris en compte dans le calcul du risque R1 de l'ARF ?

Oui, les articles 18 et 37 de l'arrêté du 4/10/2010 le mentionnent.

Les panneaux photovoltaïques posés sur le toit n'engendrent pas de nouvelle liaison entrante (pour le calcul probabiliste) dans le bâtiment mais il faut considérer :

- la sur-hauteur du fait des panneaux et installations associées,
- l'éventuelle création d'un risque d'incendie en toiture avec effet sur le bâtiment,
- la prise en compte des lignes entrantes dans le bâtiment au niveau de l'étude déterministe.

En complément, l'étude technique ET devra également être mise à jour (voir point B.11 de la FAQ)

Extrait article 18

Conformément aux dispositions de l'article 37, cette analyse prend également en compte, le cas échéant, l'unité de production photovoltaïque.

Extrait article 37

Article 37

Création Arrêté du 25 mai 2016 - art. 2

L'unité de production photovoltaïque respecte les dispositions de la section III du présent arrêté, lorsque l'installation classée sur laquelle elle peut agir est nommée dans cette même section III.

Par contre si l'unité de production photovoltaïque n'agit pas sur l'installation ICPE (pas de liaison entrante directement dans le bâtiment à protéger par exemple) alors dans ce cas le calcul du risque R1 dans l'ARF n'est pas nécessaire.

A.22 Un bâtiment stockant un dépôt d'explosifs selon la rubrique 4220 doit-il être protégé contre la foudre de manière systématique si il est soumis à une réglementation ?

La rubrique 4220 (nomenclature ICPE) est désignée dans l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

C'est le résultat de l'ARF qui impose le niveau de protection nécessaire en tenant compte du risque dans la structure et du risque environnemental en dehors de la structure. Les rares cas pour lesquels le risque d'explosion peut ne pas être considérés sont données dans les notes 9 et 10 du tableau C.5 de la norme NF EN 62305-2 (2012).

Les paramètres pris en compte pour le risque d'explosion dans la structure et ses effets dans et en dehors de la structure doivent être clairement justifiés de manière systématique, notamment quand aucun moyen de protection n'apparaît comme nécessaire dans l'ARF.

De plus, dans ces conditions, il est nécessaire de suivre les exigences mentionnées dans l'annexe D.4 ou D5 de la norme NF EN 62305-3 (2012) dans l'étape de l'étude technique ET, qui suit l'étape de l'ARF.

B. ETUDE TECHNIQUE

B.1 Lorsqu'une cheminée est métallique et qu'elle fait partie du SPF, faut-il mettre un paratonnerre à tige simple (PTS) au sommet ? Quelle doit être l'épaisseur de la paroi de la cheminée ? Faut-il un ou plusieurs conducteur(s) de descente ?

Une cheminée en acier (inox ou galvanisé) peut être le système de capture de protection contre la foudre sans pointe au sommet si son épaisseur est supérieure ou égale à 4 mm.

Si des pointes PTS sont mises en place, elles deviennent les éléments de capture.

La cheminée en acier peut être le conducteur de descente naturel si son épaisseur en acier est au minimum 2,5 mm (acier galvanisé) ou 2 mm (acier inoxydable). Il n'est pas nécessaire dans ce cas d'ajouter un conducteur de descente spécifique.

B.2 Quels sont les niveaux à retenir dans une ET en absence d'ARF ?

Sans ARF, il n'est pas possible de savoir si la protection répond au besoin. Cela ne répond pas à l'exigence réglementaire. Il est obligatoire de faire un rapport ARF en cas d'exigence réglementaire.

En absence d'ARF c'est-à-dire en dehors du cadre réglementaire et en absence de zone explosive, le niveau de protection retenu est fixé par des critères économiques.

B.3 Lorsqu'une protection est en place, l'ARF peut-elle conclure que la protection est suffisante, sans faire une ET ?

Non. Pour réduire le risque, la norme NF EN 62305-2 précise que les mesures de protection ne doivent être considérées comme fiables que si elles satisfont aux exigences des normes applicables : NF EN 62305-3 et NF EN 62305-4 ou NFC 17102. L'ET permet de définir les protections conformément à cette exigence en intégrant si besoin les protections existantes et les protections naturelles. Si des protections existantes sont prises en compte dans l'ET, la conformité de ces composants et de leur installation doit faire l'objet d'une mission spéciale par un vérificateur Qualifoudre.

B.4 Une notice de vérification et de maintenance est-elle nécessaire lorsque la structure bénéficie d'un SPF naturel ?

Oui, il est indispensable de vérifier l'état de tout SPF même lorsque ce dernier est assuré par la structure elle-même.

Une notice de vérification n'est pas nécessaire lorsque l'ARF indique qu'aucune protection n'est nécessaire vis-à-vis de la foudre.

B.5 Les compteurs de coup de foudre sont-ils obligatoires ?

L'exploitant d'une ICPE a l'obligation de savoir si son site a été impacté et de localiser l'endroit afin de déclencher une vérification après impact réalisée par une société certifiée.

L'exploitant peut choisir un des moyens d'enregistrement des impacts foudre ci-dessous :

- compteur de coup de foudre installé sur le système de protection contre la foudre ou sur le conducteur PE des parafoudres d'équipotentialité (Type 1),
- télécompteur fourni par METEORAGE.

B.6 Peut-on utiliser exclusivement des composants naturels comme conducteurs de descente avec des PDA ?

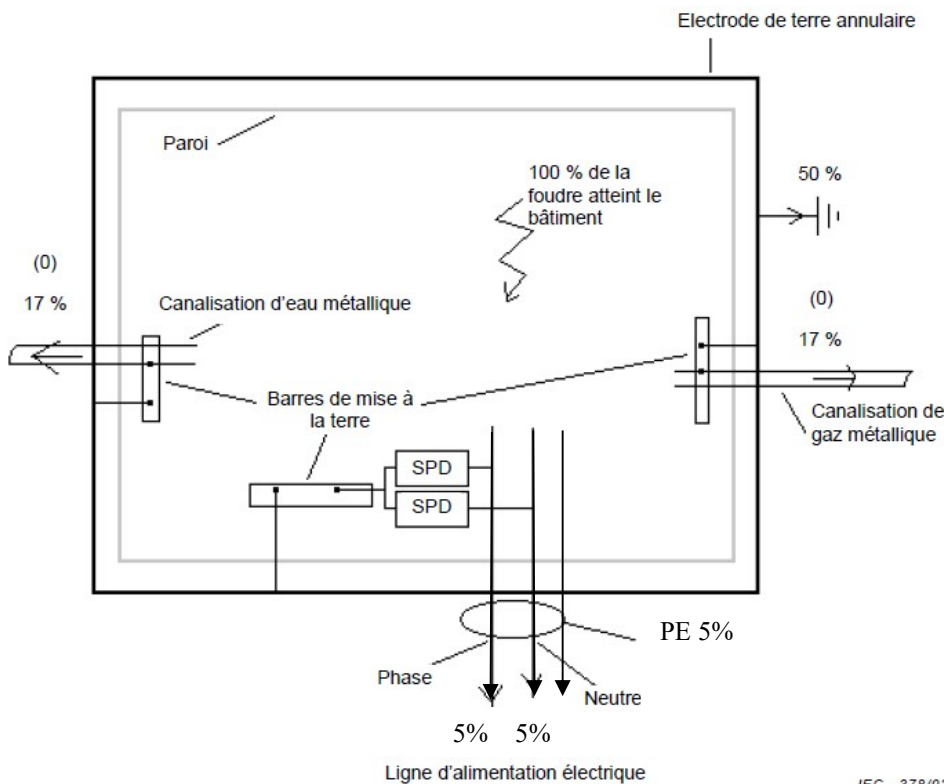
Oui, la norme NF C 17-102 donne la possibilité d'utiliser la seule charpente métallique comme conducteurs de descente naturels sans obligatoirement mettre en œuvre des conducteurs de descente spécifiques sous réserve des critères ci-dessous.

Les critères minimaux doivent être les suivants :

- la section des éléments constituant la charpente métallique est à minima 100 mm²,
- chaque PDA est connecté en haut de la charpente par un conducteur de descente de section minimale 50 mm²,
- les raccordements de la charpente à la terre sont réalisés également en section minimale 50 mm² (avec n raccordements si il y a n PDA),
- la continuité mécanique et électrique entre les connexions haute et basse doit être assurée, et les n valeurs de résistance mesurées entre les connexions haute et basse doivent apparaitre dans le dossier d'exécution (DOE). Celles-ci doivent être inférieures à 0,1 ohm.

B.7 Quel calcul est acceptable pour dimensionner la valeur du courant impulsionnel Iimp d'un parafoudre de type 1 protégeant une ligne d'alimentation électrique ?

La norme IEC 61643-12 (2020) indique au § 1.1.2 « *Partage du courant de choc dans une structure* » que les canalisations métalliques (eau, gaz,...) peuvent être retenues dans la calcul de répartition du courant selon le schéma et la formule ci-dessous.



IEC 378/02

Exemple de partage du courant entre les chemins $m = 3$ (avec 2 conduites métalliques et 1 ligne d'alimentation électrique monophasée avec un nombre de poles $n = 3$ incluant Phase, Neutre, PE)

	Niveau de protection I	Niveau de protection II	Niveau de protection III - IV
Intensité I _{max} (kA) Impact direct maximale retenue sur le bâtiment concerné	200	150	100

La formule applicable proposée par la norme permettant de calculer le courant circulant dans chaque chemin est la suivante :

$$I_{\text{imp du chemin}} = \frac{I_{\text{max}}}{2 \times m}$$

Avec :

m= nombre de chemins (comprenant le nombre de lignes d'alimentations électriques ainsi que le nombre de conduites métalliques pénétrant dans le bâtiment) . Les conduites métalliques doivent être mises à la terre.

Il faut toujours tenir compte des conduites métalliques en tant que chemin même si elles sont très éloignées de l'alimentation BT entrante à protéger par parafoudre.

On ne tient généralement pas compte dans ce calcul des lignes de communications (signaux), car l'impédance d'un réseau de communication est plus élevée que celle d'un réseau d'alimentation et dévie moins de courant de foudre. Il est toutefois possible de les prendre en compte si le nombre de paires est grand permettant d'obtenir un courant dans chacune des paires compatibles avec la tenue des paires et des parafoudres. Sinon, les valeurs par défaut données dans la norme NF EN 62305-1 s'appliquent.

Cette formule permet également de dimensionner la liaison à la terre des conduites métallique ou des éventuels ISG (isolating spark gaps ou éclateurs d'isolement selon NF EN 62561-3) qui relient ces conduites à la terre

Le courant impulsionnel d'un parafoudre de type 1 protégeant une ligne d'alimentation électrique faisant parti de ce chemin est donné par la formule suivante

$$I_{\text{imp du parafoudre}} = \frac{I_{\text{imp du chemin}}}{n}$$

Avec :

n= nombre de pôles de la ligne d'alimentation électrique concernée (les pôles inclus les conducteurs du câble = phases + neutre + PE)

S'il y a plusieurs lignes électriques dans le même chemin, n doit être pris égal au nombre de pôles de toutes les lignes pour dimensionner chacun des parafoudres sur chacune de ces lignes empruntant le même chemin.

B.8 Quel fusible choisir dans les cas de parafoudres type 1 avec des I_{imp} calculés au-delà de 35 kA?

Les valeurs sont précisées dans le tableau en page 5 de la note Qualifoudre du 14 mars 2023 , il faut appliquer les valeurs suivantes en vérifiant également auprès du fabricant du parafoudre.

Capacités de tenue des fusibles gG en fonction des essais de fonctionnement et des essais supplémentaires de fonctionnement en charge		
Courant assigné du fusible (en A)	In maximal pour parafoudre Type 2 (en kA)	Iimp maximal pour parafoudre Type 1 (en kA)
8	1,2	0,3
10	1,5	0,3
12	2,1	0,5
16	3,1	0,7
20	4,6	1,0
25	6,4	1,4
32	9,9	2,2
40	12,5	2,8
50	15	3,4
63	19	4,2
80	25	5,6
100	33	7,3
125	42	9,6
160	57	13
200	72	16
224	83	19
250	96	22
315	123	28
400	157	35
500	200	45
630	267	60

En cas de doute, il est nécessaire de contacter le fabricant du parafoudre et d'obtenir une fiche technique précise indiquant la tenue des fusibles et leur compatibilité avec les parafoudres.

B.9 Dans quels cas de figure la distance de séparation s ne doit pas être calculée ?

Quand un bardage métallique répond aux conditions des conducteurs de descente naturels, le calcul de la distance de séparation n'est pas requis.

De même, dans des structures en béton armé avec armatures métalliques ou à connexion électrique continue utilisés comme conducteur de descente naturels, une distance de séparation n'est pas requise, car il n'y a pas de risque d'arc électrique entre les équipements électriques installés sur la toiture ou sur la façade du bâtiment et le ferrailage des murs.

Dans tous les autres cas la distance de séparation doit être calculée notamment pour les éléments de toiture et en façade.

Néanmoins, lorsqu'un système de protection contre la foudre PTS ou PDA est raccordé sur cette structure grâce à un conducteur de descente il faut se préoccuper de la distance de séparation le long de ce

conducteur de descente vis-à-vis de tout objet métallique à proximité jusqu'au point de raccordement au conducteur naturel. C'est en particulier vrai entre le pied du paratonnerre et la structure elle-même. En effet, un arc électrique peut se former entre le pied du paratonnerre et la structure, ce qui pourrait provoquer le percement d'un revêtement d'étanchéité existant sur le toit. Dans ce cas, si la distance de séparation n'est pas respectée, il faut faire une liaison équipotentielle entre le pied du paratonnerre et la structure sauf si la dégradation du revêtement d'étanchéité par un amorçage est tolérée. Il est à noter que si un conducteur relie un équipement extérieur à l'intérieur de la structure en passant à travers un SPF naturel, un parafoudre peut être requis sur cette ligne même si la distance de séparation n'est pas calculée, du fait de la résistance de terre du SPF.

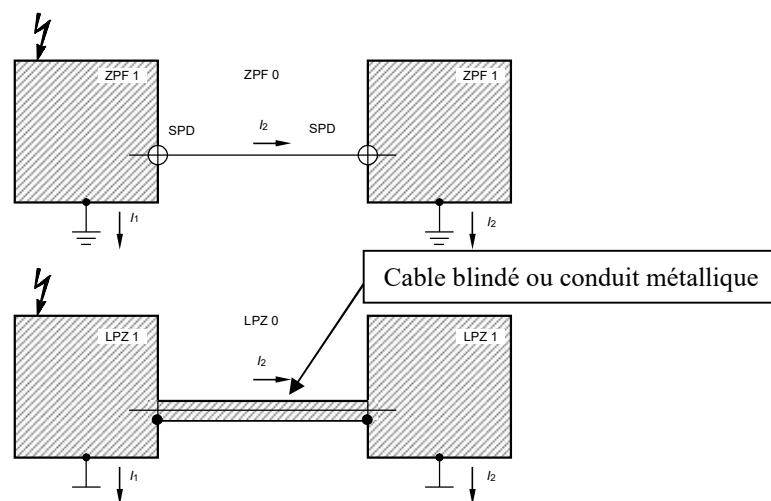
B.10 Peut-on éviter de mettre en place des parafoudres en entrée de zone d'une ZPF1 par utilisation d'un blindage ?

Oui, la figure ci-dessous montre qu'il est possible d'éviter l'utilisation de parafoudres en entrée de zone par l'utilisation de câbles blindés ou de conduit métallique pour interconnecter les deux LPZ 1 si les conditions suivantes sont remplies :

- la chute de tension résistive le long du blindage n'est pas suffisamment élevée pour créer un amorçage interne au câble ou conduit (à calculer),
- le blindage ou conduit est en mesure de supporter le courant de foudre partiel (à calculer),
- les deux structures sont protégées par un SPF au même niveau de protection (à vérifier)
- le blindage ou conduit ne peut être impacté par un choc de foudre direct à ce niveau de protection commun (à vérifier).

I_1, I_2 courants de foudre partiels

Figure - Interconnexion de deux LPZ 1 à l'aide de câbles blindés ou de conduits métalliques



B.11 Est-ce que l'étude technique foudre ET doit être mise à jour si une unité photovoltaïque agit sur une installation classée ICPE concernée par la section III de l'arrêté du 4/10/2010 ?

Oui, l'étude technique ET doit être mise à jour selon les résultats de la mise à jour de l'ARF (selon point A.21) avec une attention particulière concernant les liaisons équipotentielles nécessaires (par rapport au critère de la distance de séparation) et par rapport aux parafoudres complémentaires de type 1 à installer sur les nouvelles lignes entrantes en plus de ceux déjà prévus mentionnés dans les articles 36 et 37 de l'arrêté du 4/10/2010.

Dans le cas d'un bâtiment neuf, le rapport d'étude technique foudre doit anticiper la future pose des panneaux en évitant de positionner les conducteurs de descente à des endroits gênants pour les panneaux (privilégier les cheminements sur les acrotères ou avec des conducteurs de descente isolants conformes à la norme TS IEC 62561-8). Cela permettra de respecter plus facilement la distance de séparation requise dans les normes de protection contre la foudre.

La notice de vérification et de maintenance requise en application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié vise la vérification du SPF et des parafoudres sur les lignes et équipements pris en compte dans l'ARF et dont les caractéristiques ont été dimensionnées dans l'ET. La vérification des autres parafoudres (notamment pour les installations PV ou les installations d'opérateurs de communication...) présents pour d'autres motifs que la protection requise vis-à-vis des exigences de la protection de l'ICPE n'est pas exigée en application de l'arrêté. Si ces parafoudres apparaissent dans la notice, il doit être mentionné que leur vérification n'est pas liée à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

B.12 Est-ce que les événements présents sur les toits des bâtiments doivent être protégés ?

Oui dans la mesure de la présence d'une zone ATEX sur le toit du bâtiment au niveau de cet événement, selon les résultats de l'ARF, il est nécessaire d'ajouter une protection au-dessus de la zone ATEX. Pour des zones 2 étendues cette règle peut être difficilement applicable et nécessite alors une analyse au cas par cas.

De plus, l'événement doit être équipé d'un arrêt de flamme.

B.13 Quel choix est acceptable pour dimensionner la valeur du courant I_n d'un parafoudre de type 2 protégeant une ligne d'alimentation électrique en complément d'un parafoudre de type 1 ?

Il n'y a pas de valeur imposée pour le courant I_n d'un parafoudre de type 2 qui n'est pas en entrée d'installation. Il est indispensable de vérifier la coordination des parafoudres de type 1 et de type 2 (selon les normes NF EN 62305-4 et IEC 61643-12) et c'est cette coordination (en énergie et en niveau de protection) qui va imposer le courant I_n du parafoudre type 2 en aval d'un type 1. Il est possible de se baser sur la norme NF EN 62305-1 (tableau E2) pour le choix du I_n mais ceci ne dispense pas de réaliser la coordination.

C. INSTALLATION

C.1 Peut-on insérer le conducteur de descente spécifique (NF C 17-102) dans le béton ?

Oui, cela est prévu dans la norme.

C.2 Faut-il ajouter un conducteur de descente spécifique sur un pylône métallique porteur d'un paratonnerre ?

Non, si le pylônes métalliques rempli les conditions des composants naturels de protection contre la foudre.

C.3 Le rayon de courbure minimal des conducteurs de descentes de paratonnerres n'est pas indiqué dans la norme NF EN 62305-3. Quelle est la valeur acceptable ? (la norme NF C 17-102 précise un rayon de courbure de 20 cm)

Il n'y a pas de valeur imposée, un calcul doit être réalisé. En effet, la notion de rayon de protection disparaît au profit de la distance de séparation. La norme NF EN 62305-3 propose de calculer une distance de séparation qui indique la distance à partir de laquelle il n'y a pas de risque d'amorçage. En cas d'angle droit sur une structure béton (acrotère par exemple) il y a risque d'amorçage dans le béton et donc risque pour les personnes situées en dessous du fait de la dégradation du béton.

Cette valeur est indiquée dans l'ET. En complément voir la question C.16.

C.4 Faut-il une protection mécanique (coque métallique par exemple) en partie basse des conducteurs de descente des paratonnerre à tige simple (PTS)?

Non, ce n'est pas indispensable si il n'y a pas de danger avéré de détérioration (passage de véhicule ou d'outils tranchants). Ce qui est nécessaire par contre, c'est d'assurer une protection contre le risque de contact par les personnes. Une des méthodes consiste à entourer le conducteur de descente par une coque isolante en PER de 3 mm d'épaisseur. Il existe également des conducteurs de descente spécifiques qui assurent la protection des personnes.

NB : Pour les PDA, la norme NF C 17-102 indique qu'il convient de protéger les conducteurs de descente contre tout risque de choc mécanique, à l'aide de fourreaux de protection, jusqu'à une hauteur d'au moins 2 m au-dessus du niveau du sol. Cette solution ne remplace pas la nécessaire protection des personnes.

C.5 Quelle est la configuration et la valeur de résistance maximale à retenir pour les prises de terre ? (patte d'oie, 10 ohms)

La norme NF EN 62305-3 ne mentionne pas les terres en patte d'oie ou en triangle. Les prises de terre sont de type A ou B (ou une combinaison des deux).

La valeur de 10 ohms est seulement recommandée (non obligatoire). Lorsque la valeur est supérieure à 10 ohms, c'est la longueur des électrodes dans le sol qui peut démontrer la conformité d'une prise de terre. Il est toutefois toujours bon d'essayer de réduire au maximum cette résistance.

NB : lorsque la prise de terre fait plus de 10 ohms, les parafoudres doivent être dimensionnés en conséquence en utilisant les règles de dimensionnement donnés dans la norme NF EN 62305-1 (annexe E).

C.6 Lorsqu'une étude technique retient la protection existante par PDA, quelle est la version de la norme NF C 17-102 à appliquer ?

Lorsqu'une étude technique est réalisée, il faut considérer qu'il s'agit d'une conception d'un système de protection contre la foudre. Par conséquent, la dernière version de la norme NF C 17-102 s'applique pour la conception.

Dans ces conditions, en cas de remplacement d'un ancien PDA par un nouveau PDA conforme à la norme NF C 17102 (2011) en vigueur, il est nécessaire de respecter la règle des 2 conducteurs de descente ainsi que toutes les autres règles définies dans cette norme.

C.7 Combien faut-il de descentes pour un PDA installé sur une structure à charpente métallique ?

La version de septembre 2011 précise qu'une structure métallique ayant une section suffisante peut assurer les descentes naturelles du PDA si les conditions de la norme sont remplies notamment la résistance de moins de 0,1 ohm. Il n'y a pas nécessité d'ajouter des descentes. Deux prises de terre de type A ou une de type B sont requises au minimum (une seule dans le cas de pylône métallique isolé de la structure).

En complément voir question B.4.

C.8 Les PDA doivent ils être installés en version testable sur site ?

Oui les PDA installés doivent être testables sur site (moyens de test des PDA vendus par le fabricant à destination de l'exploitant). De plus, lors de la vérification initiale et lors d'une vérification complète, l'état de fonctionnement des PDA doit être inspecté. Le fabricant indique le moyen de contrôle de l'état du PDA dans une notice, qui doit être fournie dans le dossier d'installation DOE.

Si le PDA n'a pas pu être testé (notamment si le moyen de test n'est pas à disposition du vérificateur ou bien si le PDA doit être démonté pour être envoyé dans un laboratoire de test), le rapport de vérification doit l'indiquer en précisant qu'il n'est pas possible de statuer sur la conformité de l'installation (rapport non recevable par l'administration). Le test de bon fonctionnement doit être réalisé au plus vite pour statuer sur la conformité de la partie active du PDA.

En complément voir questions D.4 et D.5.

C.9 Peut-on fixer des conducteurs de descente directement en contact sur une couverture bitumineuse ?

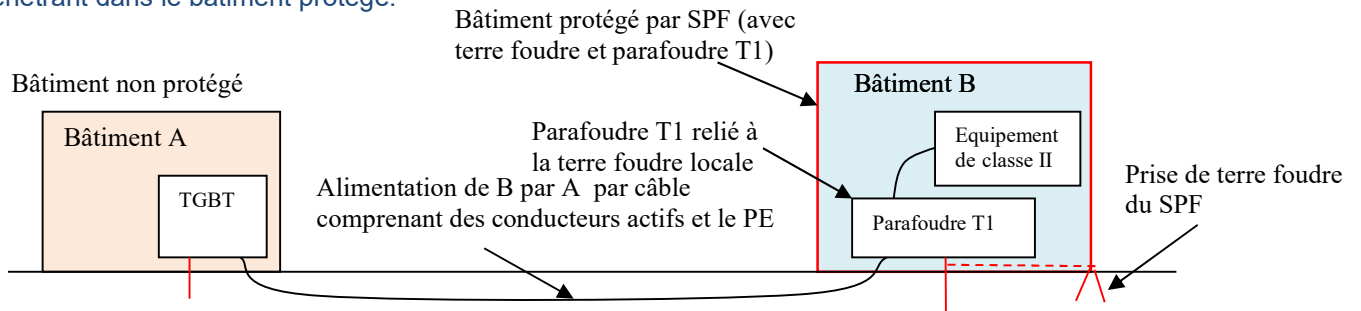
Oui si l'élévation de température du conducteur le permet (la norme NF EN 62305-1 donne les indications sur l'élévation de température). Les fixations doivent être conformes à la NF EN 62561-4 pour ne pas endommager la couverture.

C.10 Dans une installation de protection contre la foudre avec PDA, doit on relier les prises de terre foudre à la prise de terre électrique ?

Oui, lorsqu'un bâtiment bénéficie d'un Système de Protection contre la Foudre (SPF), la prise de terre du bâtiment (terre électrique) doit être reliée aux prises de terre du SPF (terre foudre).

C.11 Lorsqu'un bâtiment (B) est protégé par un SPF et que les équipements de classe II sont reliés par un conducteur de protection (conducteur PE) connecté à la prise de terre électrique d'un autre bâtiment (A), faut-il relier les prises de terre du SPF à la prise de terre électrique distante ?

Non, il n'est pas indispensable de créer une nouvelle connexion entre les prises de terre distantes. Le conducteur de protection (sécurité électrique) du bâtiment protégé par un SPF doit être équipotentiel avec les prises de terre du SPF et une protection par parafoudre complète l'équipotentialité avec les conducteurs actifs pénétrant dans le bâtiment protégé.

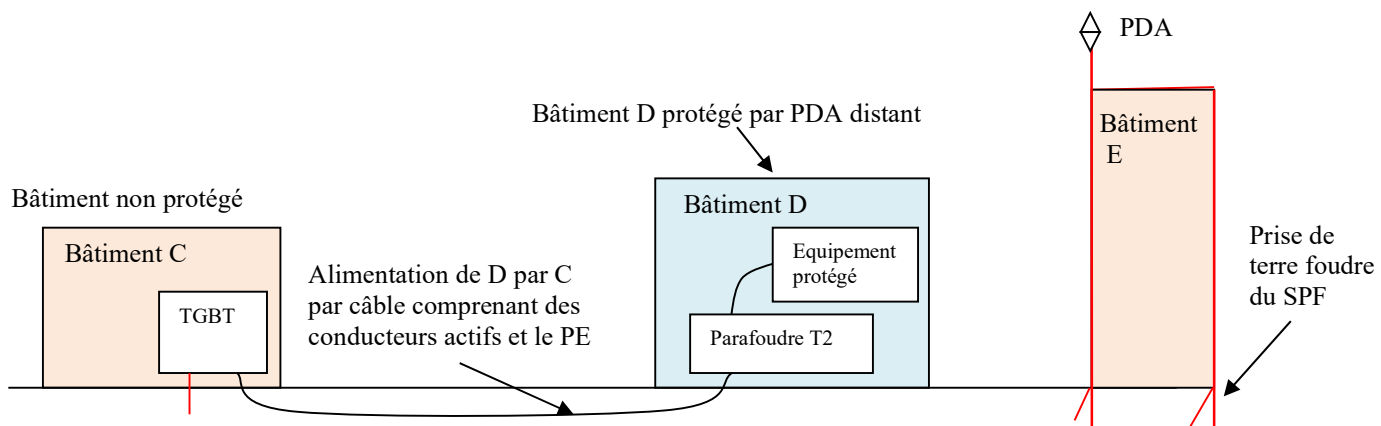


Dans le cas ci-dessus, il n'est pas indispensable d'ajouter un conducteur de protection (conducteur de terre) reliant la terre A à la terre B (le bâtiment A n'est pas protégé).

C.12 Lorsqu'un bâtiment (D) est protégé par un PDA positionné sur un autre bâtiment E à environ 20 m, faut-il mettre un parafoudre type 1 pour protéger l'équipement situé dans le bâtiment D ?

Non, le courant de foudre capté par le PDA ne circule pas vers le bâtiment D. Un parafoudre type 2 est suffisant pour protéger l'équipement dans le bâtiment D.

Cependant, si la terre du bâtiment E protégé par PDA est commune avec celle du bâtiment D distant ou si l'alimentation de ces deux bâtiments est commune, il peut être utile d'installer un parafoudre de Type 1 sur l'alimentation du bâtiment distant.



C.13 Doit-on, dans ce cas particulier, relier les terres foudre du PDA protégeant le bâtiment E à la terre électrique du bâtiment C ?

Non. Si les terres sont reliées une partie du courant va s'écouler par le réseau électrique du bâtiment C et dans ce cas un parafoudre de Type 1 sera utile sur le réseau du bâtiment C (dans le TGBT). C'est également le cas si les terres sont couplées dans le sol (donc proches, moins de 20 m) même si elles ne sont pas reliées directement entre elles.

C.14 Doit-on créer une terre électrique locale au bâtiment D ?

Non en ce qui concerne les contraintes dues à la foudre mais la création d'une terre électrique est du ressort de la norme NFC15100.

C.15 Est-ce que les liaisons équipotentielle peuvent être faites par rivetage sur des équipements métalliques en toiture ou en façade en cas de non-respect de la distance de séparation ?

Le conducteur de descente ne doit pas être percé, une fixation spécifique conforme à la norme NF EN 62561-1 ou NF EN 62561-4 doit être utilisée pour fixer le conducteur de descente sur le mur ou bien le raccorder à une liaison équipotentielle.

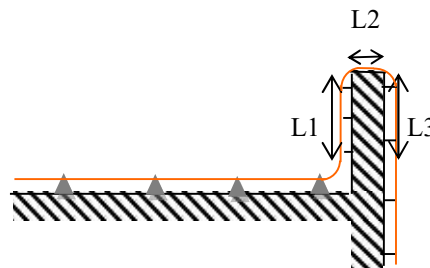
Si une liaison équipotentielle est nécessaire entre le conducteur de descente et un équipement métallique à proximité (en cas de non-respect de la distance de séparation), la liaison équipotentielle sur l'équipement métallique peut être faite par rivetage.

C.16 Est-ce qu'un conducteur de descente peut cheminer sur un acrotère d'une hauteur de plus de 40 cm ?

Oui, le cheminement du conducteur de descente sur une hauteur de plus de 40 cm est possible sous réserve de vérifier qu'il n'y a pas de risque d'étincelage (arc électrique) au travers du mur.

Pour cela, il faut réaliser le calcul de distance de séparation s avec $l=l_1+l_2+l_3$ en vérifiant que $d > s$ selon le schéma ci-dessous :

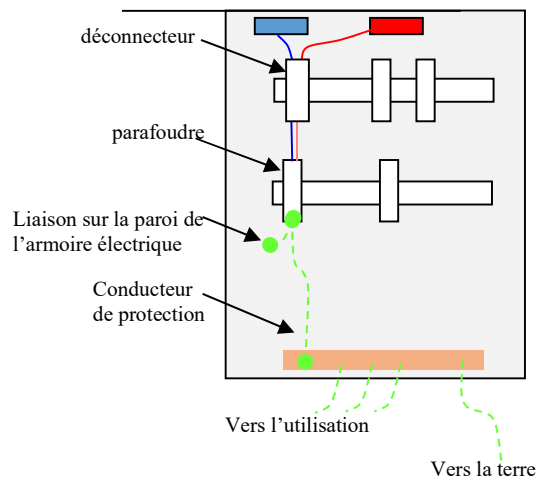
d représente l'épaisseur du mur de l'acrotère



C.17 Peut-on utiliser l'enveloppe d'un coffret métallique pour réduire la longueur L3 lors de la pose d'un parafoudre dans une armoire électrique ?

Oui, il est possible d'utiliser l'enveloppe métallique conforme à la série de norme NF EN 61439 (incluant les bornes vicking montées sur rails de fixation DIN adaptés) pour réduire la longueur L3 en respectant les consignes ci-dessous et mentionnées dans le guide UTE C 15443 et la norme NF C 15100.

En cas de non garantie de conformité du coffre métallique, il faut prendre en compte le fait qu'un conducteur de protection (conducteur PE vert/jaune) doit relier directement le parafoudre à la borne principale de terre pour les cas de défaut 50 Hz en plus de la liaison à la masse métallique qui sert pour la dissipation du courant de foudre HF. Cette pratique reste bien évidemment applicable même si le coffret métallique est conforme car elle permet de différencier le passage du courant de défaut 50 Hz dans le conducteur vert/jaune et le passage du courant de foudre haute fréquence dans la tôle métallique.



C.18 Quelles sont les sections minimales des câbles (de prises de terre) pour les parafoudres de type 1 et de type 2 ?

D'après le tableau 1 ci-dessous de la norme NF EN 62305-4 en vigueur (2012), le câblage des parafoudres (prise de terre) doit être fait avec une section minimale de fil en cuivre de 16 mm² pour les parafoudres de type 1 (10/350 µs), et de section minimale 6 mm² pour les parafoudres de type 2 (8/20 µs).

Les sections des conducteurs actifs (L1, L2, L3) sont liées à l'application de la norme NF C 15100.

Pour les parafoudres de type 3 et pour les parafoudres utilisés dans les réseaux de télécommunication et de signalisation, il faut une section minimale (prise de terre) de 1 mm².

Il faut bien entendu tenir compte des consignes de câblages des parafoudres fournies par les fabricants dans les notices de montage des parafoudres.

Élément d'équipotentialité		Matériau ^a	Section ^b mm ²
Barres d'équipotentialité (cuivre, acier à revêtement en cuivre ou acier galvanisé)		Cu, Fe	50
Conducteurs de connexion entre les barres d'équipotentialité et la prise de terre ou entre les autres barres d'équipotentialité (transportant la totalité ou une partie significative du courant de foudre)		Cu	16
		Al	25
		Fe	50
Conducteurs de connexion entre les installations internes métalliques et les barres d'équipotentialité (transportant un courant de foudre partiel)		Cu	6
		Al	10
		Fe	16
Conducteurs de mise à la terre avec le parafoudre (transportant la totalité ou une partie significative du courant de foudre) ^c	Classe I	Cu	16
	Classe II		6
	Classe III		1
	Autres parafoudres ^d		1

Dés que la future norme NF EN IEC 62305-4 (édition 3) sera applicable, le tableau ci-dessus sera mis à jour en intégrant les sections des conducteurs actifs en plus des conducteurs de mise à la terre.

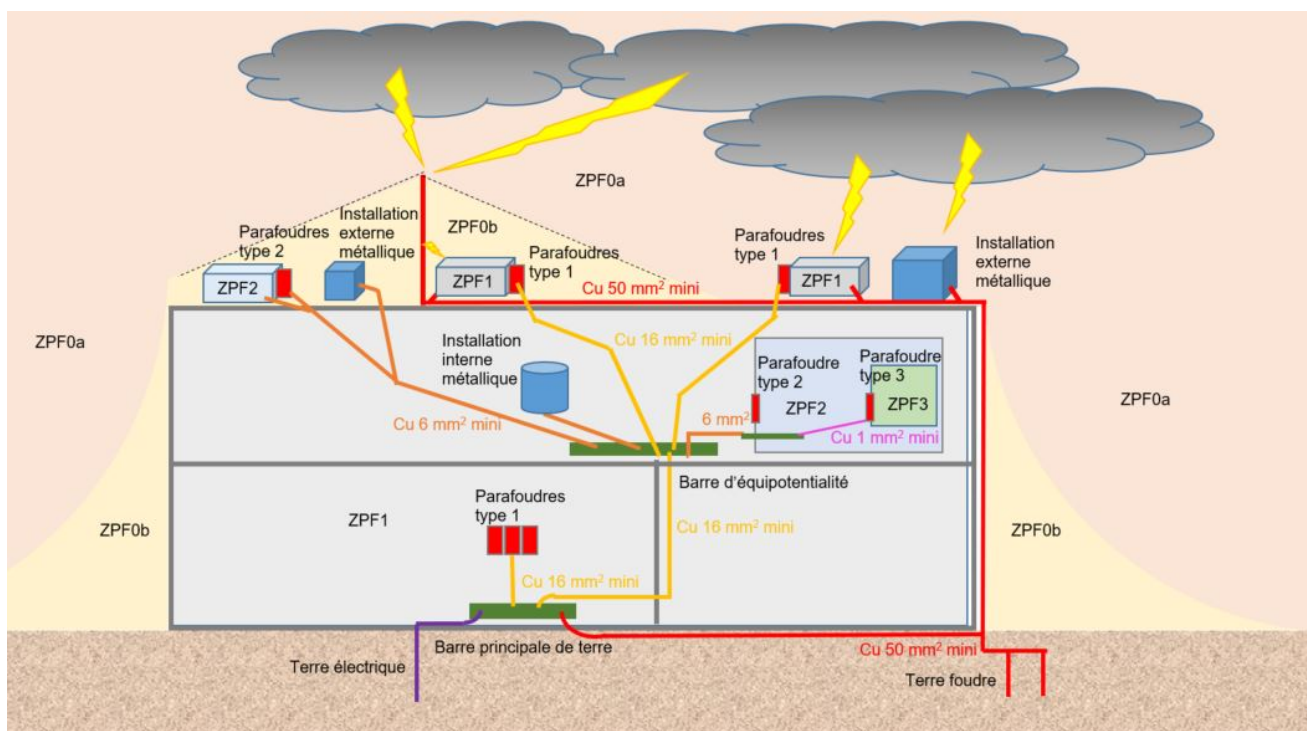


Schéma de principe avec les sections des différents types de conducteurs

C.19 Est-il possible de monter des compteurs de coups de foudre au niveau des parafoudres ?

Oui des compteurs de coups de foudre peuvent être montés sur des installations de parafoudres notamment lorsque la protection extérieure contre la foudre comporte des composants naturels sur lesquels des compteurs de coup de foudre classiques ne peuvent pas être montés. Ils doivent alors répondre à la norme NF EN IEC 62561-6.

C.20 Quelle est la distance maximale à respecter entre le dernier parafoudre et l'équipement à protéger ?

Il faut au maximum une distance de 10 m. En cas de dépassement des solutions sont proposées dans la norme NF EN 62305-4 avec ajustement de la valeur de tension de Up du parafoudre.

C.21 Peut-on utiliser une plaque de terre dans le sol comme électrode de terre ?

Oui sous réserve que l'installateur se procure la plaque de terre auprès d'un fabricant qui fournit une fiche technique du produit conforme à la norme NF EN 62561-2 (fiche à joindre au dossier d'installation DOE).

Les plaques de terre peuvent être utiles (comme les grilles de terre) notamment lorsque le sol est très résistif.

Les plaques de terre (de 2 m x 1 m en cuivre par exemple) sont dans ce cas un bon complément aux électrodes déjà présentes pour atteindre la valeur de résistance de terre $R_{\leq 10}$ ohm.

C.22 Quand faut-il faire une liaison équipotentielle entre le conducteur de descente et un équipement métallique à proximité ?

Il faut faire la liaison équipotentielle si la distance de séparation ne peut pas être respectée.

La liaison équipotentielle doit être faite pour les équipements métallique mis à la terre (directement ou par fixation sur une structure mise à la terre) et pour les équipements alimentés par un réseau électrique ou de communication que cet équipement soit mis à la terre ou non.

Dans la mesure du possible il est préférable de respecter la distance de séparation en déplaçant le conducteur de descente.

Il ne faut pas faire de liaison équipotentielle si il s'agit d'une masse métallique inerte non mise à la terre (directement ou indirectement).

Par exemple concernant un skydome, il n'y a pas lieu de le relier au SPF à part s'il est motorisé par autre chose qu'un vérin hydraulique (si une liaison électrique le relie à la terre).

C.23 Lorsqu'une ligne extérieure HT (reliée à un transformateur dans un bâtiment protégé par un paratonnerre) est protégée par un parafoudre HT conforme à la norme IEC 60099-4, faut-il également protéger cette ligne côté BT par un parafoudre type 1 ?

Non, Si l'équipotentialité à la terre de cette ligne qui pénètre dans le bâtiment est réalisée par un parafoudre au primaire, un second niveau de parafoudre au secondaire n'est pas indispensable pour constituer un SPF.

Un parafoudre au secondaire n'est utile que si la tension résiduelle n'est pas compatible avec la tenue des équipements ou si des parafoudres coordonnés sont demandés par l'ARF ou encore si le niveau de protection demandé par l' ARF est supérieur au niveau I.

C.24 Comment faire lorsque la distance de séparation n'est pas respectée lors du croisement d'un conducteur de descente et d'un passage de câbles électriques ? Doit-on binder les câbles sur 1 m comme c'est parfois réalisé ?

La distance de séparation peut être respectée en maintenant l'éloignement par des supports isolants ou en utilisant un conducteur de descente isolé.

Il est également possible d'utiliser un mixte de conducteur de descente nu et une portion de conducteur de descente isolé localisée à l'endroit où passe le câble électrique (la portion du conducteur de descente isolé doit être suffisante pour respecter la distance de séparation aux points de transition des conducteurs de descente et pour respecter les règles d'installation du câble isolé définie par le fabricant. Usuellement cette longueur est au moins de 3 m).

Lorsque ces solutions ne sont pas retenues, la totalité du cheminement du passage de câbles électriques doit être blindé vis-à-vis des champs électromagnétique (par capotage métallique par exemple). Ce blindage est relié à la terre et une liaison d'équipotentialité est réalisée au lieu du croisement.

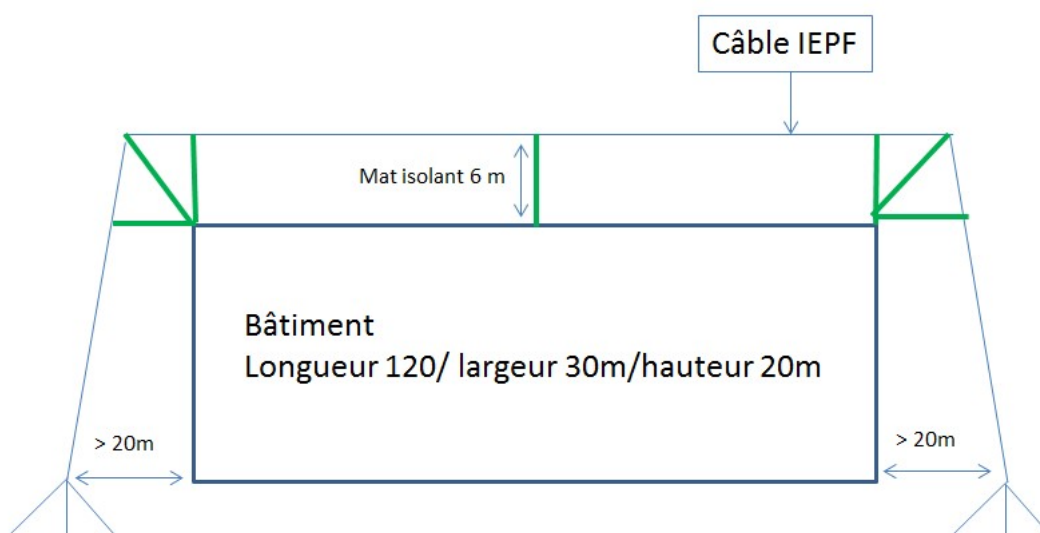
NB : La solution souvent rencontrée qui consiste en un blindage localisé d'un mètre de part et d'autre du croisement entre le conducteur de descente et les câbles électriques déplace d'un mètre l'amorçage entre ces derniers. C'est une solution inefficace.

C.25 Dans quelle mesure les euro-codes doivent être pris en compte notamment ceux liés aux contraintes liées à la vitesse du vent ?

Les catalogues des fabricants de protection extérieure prévoit des règles d'installations complémentaires (par exemple selon la vitesse du vent de la région concernée) en plus des exigences liées à la foudre.

Les bureaux d'études et les installateurs doivent tenir compte de ces exigences.

C.26 Est-il obligatoire, dans le cas d'une protection foudre par câble d'un bâtiment selon le plan joint, d'effectuer une interconnexion entre l'IEPF et le fond de fouille du bâtiment, sachant que la distance entre les deux est de plus de 20m. Si cette liaison était obligatoire, en combien de points faudrait-il la faire ?



Position de la commission UF 81 lors du comité du 14/09/2020 : il faut raccorder le réseau de prise de terre foudre à la prise de terre en boucle du bâtiment. C'est conforme à l'IEC 62305-3 qui impose l'interconnexion de toutes les terres et conforme aux exigences de la NF C 17-102 qui, même quand le paratonnerre est à distance demande l'interconnexion des prises de terre. Si on ne relie la prise de terre électrique du bâtiment à la prise du SPF, il y aura divergence de traitement entre les 2 normes.

L'interconnexion doit se faire au minimum en 2 points entre la boucle de terre du bâtiment et le réseau de prise de terre foudre. Un plus grand nombre de liaisons par exemple une liaison en 4 points aux 4 coins permet une meilleure répartition des courants. Si on ne reliait pas les 2 prises de terre, le dimensionnement des parafoudres de Type 1 ne pourrait plus être réalisé.

C.27 Est-ce que les panneaux photovoltaïques posés sur les toits des bâtiments ICPE doivent aussi être protégés contre la foudre ?

Oui si les panneaux sont en lien avec un scénario d'accident retenu dans l'ARF, alors il faut les protéger selon le niveau de protection requis dans l'ARF mise à jour (voir point A.21) et selon l'étude technique foudre mise à jour (voir point B.11).

C.28 Faut-il installer un déconnecteur sur le neutre dans une installation avec un parafoudre ?

Oui, il est obligatoire d'ajouter un déconnecteur (fusible ou disjoncteur) sur le neutre (de la même manière que les phases) tel que cela est prévu dans la norme NF C 15100 et le guide 15443.

Les notices de montage des parafoudres (fournies par les fabricants) doivent bien entendu être prises en compte.

A la sortie de la nouvelle NFC 15-100 cette règle pourra être révisée.

C.29 Peut-on installer un parafoudre sans indicateur de défaut ?

Non, l'installateur QUALIFOUDRE doit installer un parafoudre (associé avec son déconnecteur) ayant un dispositif visuel d'indicateur d'état permettant de vérifier si il est toujours en bon fonctionnement selon la norme NF EN 61643-11. Pour les parafoudres basés seulement sur un éclateur, pour lesquels il n'y a pas de déconnecteur intégré, cette règle peut ne pas s'appliquer mais dans ce cas, le fabricant du parafoudre doit indiquer la procédure pour vérifier périodiquement le parafoudre par un moyen externe.

C.30 Est-ce que les 2 conducteurs de descente reliés à un PDA peuvent avoir un cheminement commun ?

Oui, la norme NF C 17102 (2011) prévoit un cheminement commun possible mais uniquement sur 5 % de la longueur totale du conducteur de descente le plus court.

Par exemple, si le conducteur fait 20 m de long, le cheminement ne doit pas dépasser 1 m.

Ce cheminement doit être réduit le plus possible afin de respecter l'écartement minimale de 2 m entre les conducteurs de descente.

Attention, quand on respecte uniquement la distance minimale entre les deux conducteurs (2m) il convient néanmoins d'installer deux prises de terre indépendantes, ce qui peut conduire à installer une des prises de terre plus loin.

C.31 Est-ce qu'un installateur peut utiliser des conducteurs particuliers pour respecter les exigences normatives liées à la problématique des tensions de contact ?

Oui, un installateur QUALIFOUDRE peut utiliser un conducteur isolant spécial respectant l'exigence normative de la NF EN 62305-3 (§ 8.1)

La fiche technique du produit doit être jointe au DOE, cette fiche doit mentionner la conformité du conducteur à la norme NF EN 62561-2 et la caractéristique technique de tension de tenue aux chocs de 100 kV avec 1.2/50 µs.

L'autre solution pour respecter l'exigence liée à la tension de contact est d'utiliser un isolant en polyéthylène réticulé de 3 mm d'épaisseur autour du conducteur de descente.

C.32 Quel est le contenu d'un dossier d'installation établi par un installateur QUALIFOUDRE ?

Un dossier d'installation ou un dossier d'exécution (DOE) doit être constitué par l'installateur à l'issu des travaux (en conformité avec l'ET) et doit comprendre au moins les éléments suivants :

- niveau de protection retenu ($N_p = I, II, III, IV$),
- justification de la protection (référence explicite à l'ET ou nouveau dessin si le paratonnerre a été déplacé par rapport à l'étude),
- type et caractéristiques des protections extérieures et intérieures (IEPF et IIPF), y compris les mesure prises pour la protection des personnes au bas des descentes,
- méthode de contrôle des protections (notamment PDA, parafoudres,...),
- nombre et localisation des conducteurs de descentes,
- présence éventuelle et localisation de compteur de coup de foudre,
- plans côtés de localisation des SPF (avec photos si possible),
- justification du respect des distances de séparation (s),

-justification des liaisons équipotentielle de foudre y compris des parafoudres (pour les parafoudres le dimensionnement requis pour les parafoudres selon l'étude doit être indiqué en regard des caractéristiques des parafoudres installés, pour les liaisons équipotentielles il faut indiquer la section des conducteurs utilisés et leur localisation en indiquant que la distance de séparation n'était pas respectée),

-type et valeur des prises de terre (nombre, configuration et longueur des électrodes) ou mètre quand c'est une longueur de conducteur de terre qui est utilisée,

-justification des dimensions de la prise de terre lorsque la valeur est supérieure à 10 Ω ,

-joindre les fiches « fabricants » des composants mentionnant la conformité aux normes NF EN 62561-X et NF EN 61643-X ou NF EN 62793 en cas de détecteur d'orage.

L'information sur les 3 critères de performance de la protection par parafoudres (voir note QUALIFOUDRE du 14 mars 2023) :

- ✓ L'efficacité de la protection (continuité de protection),
- ✓ la sécurité électrique,
- ✓ la continuité de service.

D. VERIFICATION

D.1 Un exploitant peut-il réaliser les vérifications visuelles de ses installations ? (dans la mesure où il est reconnu compétent)

Oui. L'arrêté foudre du 4 octobre 2010 n'exclut pas cette possibilité. Ainsi, l'article 17 introduit la reconnaissance de personne compétente. Le référentiel QUALIFOUDRE permet cette certification restreinte à la vérification visuelle sous réserve de déposer un dossier de candidature à l'INERIS, de suivre une formation foudre spécifique et de passer un QCM dédié à la vérification visuelle (annuelle ou après impact foudre).

D.2 Une vérification (initiale/complète/visuelle) peut-elle être faite sans la notice de vérification et de maintenance ?

Non, la notice de vérification et de maintenance (mise à jour après l'installation) est indispensable pour la réalisation des vérifications initiale/complète/visuelle dans un cadre réglementé (ICPE, INBS,...).

En cas d'absence de la notice de maintenance et de vérification, une réserve doit être indiquée dans le rapport de vérification.

En remplacement de la notice, la vérification peut être réalisée à l'aide de l'ET et du DOE mais cela doit être exceptionnel en attendant la fourniture de la notice.

D.3 Lorsqu'il est constaté que la mise à la terre d'une structure métallique reliée à la terre en plusieurs points est défectueuse, quelle version de normes doit être appliquée ?

Si la vérification est une vérification initiale, l'ensemble des mises à la terre de la structure doit être conforme à l'ET et à la notice de vérification et de maintenance. L'ET peut recommander, sur justification technique, la mise à niveau des liaisons à la terre existantes. Dans tous les cas, les liaisons existantes doivent donner le même niveau de sécurité que celles demandées par les normes en vigueur au moment de l'ET.

Si la vérification est une vérification visuelle ou complète, la remise en état de l'élément en défaut doit se faire par rapport à la dernière version de la norme NF EN 62305-3 en vigueur.

Les autres parties de la protection (autres points de raccordement à la terre) ne nécessitent pas de remise à niveau vis-à-vis de la norme (pas d'effet rétroactif des règles normatives).

D.4 Dans le cas d'une installation où il existe des PDA, faut-il s'assurer de leur bon fonctionnement lors de la vérification initiale/complète (soit tous les 2 ans).

Oui, selon la méthode définie par le fabricant du PDA. Le contrôle (test de bon fonctionnement du PDA) doit être réalisé le jour de la vérification par le vérificateur ou en présence de celui-ci.

D.5 Est-il acceptable de ne pas réaliser la vérification de la partie active des PDA sous prétexte que le test de ces derniers ne peut pas être réalisé de manière simple sur place ?

Non, le test de bon fonctionnement du PDA doit être réalisé systématiquement lors des vérifications complètes (tous les 2 ans) selon la notice fourni par le fabricant à l'installateur (la notice peut être fourni à l'installateur soit dans le carton d'emballage du matériel, soit téléchargeable sur internet).

D.6 Comment le vérificateur peut contrôler la conformité des composants aux normes en vigueur ?

Le vérificateur a la possibilité d'obtenir ces informations dans le dossier d'installation (DOE), qui doit inclure les fiches techniques des catalogues fabricants mentionnant les normes des composants de protection contre la foudre.

D.7 Une prise de terre pour PDA peut-elle être constituée d'une grille de terre en métal déployé ou une plaque de caillebotis ?

Non. Le comité de normalisation français interrogé sur ce sujet a répondu en octobre 2015 : « La configuration recommandée est la patte d'oie avec des électrodes horizontales ne dépassant pas 20 m de long, avec un angle minimal de 20°. Elle peut être complétée d'électrodes verticales si nécessaire, sachant que la longueur de l'électrode verticale compte double ».

La valeur de la prise de terre doit être inférieure à 10 ohm ou quand c'est matériellement impossible (démonstration, à donner dans le dossier d'exécution DOE) il convient de respecter les conditions de longueurs définies dans la norme NF C 17102.

Si une prise de terre en grille ou en plaque est utilisée, elle doit répondre aux exigences de la norme NF EN 62561-2 (section des conducteurs, dimension mini des mailles ...) en cumulant les longueurs de conducteurs indépendants. Compte tenu des couplages entre conducteurs, les conducteurs pris en compte dans le calcul de la longueur équivalente correspondent à une maille de 0,5 x 0,5 m au minimum et idéalement une maille de 2x2 m.

En complément – voir question C.21 (utilisation des plaques de terre).

D.8 Combien de prises de terre sont nécessaires au niveau d'une cheminée métallique ?

Le comité de normalisation français interrogé sur ce sujet a répondu en avril 2018 : « Si le fut de la cheminée est utilisé comme unique conducteur de descente naturel jusqu'au niveau du sol, alors une seule prise de terre est nécessaire. »

D.9 Comment contrôle-t-on des conducteurs de descente isolants (en tant que système isolé)?

Les systèmes isolés sont évoqués dans les normes NF EN 62305-3 et NF C 17102. La distance de séparation doit être calculée avec la formule usuelle dans le cas de l'air et la valeur obtenue doit être plus petite que la tenue dans l'air équivalente donnée pour le composant conforme à la IEC TS 62561-8.

On peut notamment associer un PDA sur un mât isolé (posé sur le bâtiment à protéger) avec un seul conducteur de descente « isolant », car on considère que c'est un SPF de type isolé (selon définition de la norme NF C 17102 § 5.3.2 et §3.15), sous réserve que le conducteur de descente isolant soit conforme à IEC TS 62561-8, que tous les supports de fixation utilisés pour le conducteur isolé soient conformes à la NF EN 62561-4 et que le support isolant du PDA soit conforme aussi à IEC TS 62561-8.

Un système isolé avec PTS ou PDA peut aussi être obtenu par un mât isolant selon la IEC TS 62561-8 avec soit

- un conducteur isolé selon la IEC TS 62561-8
- un conducteur non isolé gardé à distance des pièces métalliques par des supports isolants conformes à IEC TS 62561-8.

Lors d'une vérification initiale, le vérificateur doit donc être vigilant par rapport aux caractéristiques techniques du conducteur isolé installé notamment la valeur S_e de « distance de séparation équivalente », qui permettra aux équipements métalliques d'être en contact avec le conducteur de descente isolé (la fiche catalogue du conducteur isolé, qui est jointe au DOE, doit préciser cette valeur S_e). La classification selon IEC TS 62561-8 qui correspond à la tenue en kA des conducteurs (N, H, H1 ou H2, respectivement 100kA, 150 kA ou 200 kA) est vérifiée

Lors d'une vérification visuelle, la vérification vise l'intégrité du conducteur ou support isolé, notamment les points ci-dessous :

- pas de dégradation (écrasement, coupe),
- respect du rayon de courbure selon la notice du fabricant,

- Respect de la pose du conducteur selon la notice du fabricant (zone de terminaison par exemple).

La vérification complète est identique à la vérification visuelle. En cas de doute la continuité doit être mesurée.

D.10 Comment contrôle-t-on une prise de terre en fond de fouille de type B avec ou sans conducteurs additionnels qui est soudé aux IPN du bâtiment utilisés comme conducteurs de descente naturels (sans possibilité de déconnexion) ?

Cette exigence s'applique quand ce n'est pas une longueur de conducteur enterré qui est prise en compte (dans ce cas, il faut documenter par photos le système enterré car il n'est plus contrôlable par la suite).

La norme NF EN 62305-3 n'exige pas de liaison déconnectable dans le cas suivant :

Lors de la connexion de la prise de terre, il convient d'équiper chaque conducteur de descente d'une borne d'essai à l'exception des conducteurs de descente naturels liés à des prises de terre à fond de fouille.

Dans ce cas de figure il est possible de faire la mesure de la prise de terre « foudre », mais il faut choisir la bonne configuration du mesureur de terre permettant de la faire.

Le vérificateur doit parfaitement maîtriser le manuel d'utilisation fourni par le fabricant du mesureur de terre.

Pour rappel, il existe différents types de mesureurs de terre fonctionnant à basse fréquence et également à haute fréquence.

Les différents types de mesureurs (avec piquets ou en pince boucle) doivent être paramétrés selon le manuel du fabricant pour permettre une mesure de prise de terre recevable.

Certains mesureurs ne permettent pas de faire la mesure dans ce type de configuration, dans ce cas, il est recommandé d'utiliser un modèle de mesureur de terre fonctionnant en haute fréquence.

Dans le cas de l'utilisation d'un mesureur pince boucle, il convient de s'assurer que l'on mesure bien la prise de terre et pas la résistance du conducteur de terre. Toute valeur faible (moins de 1 ohm) doit attirer l'attention sur le risque d'erreur de mesure. Auquel cas, une mesure de la boucle totale par la méthode des 3 piquets peut s'avérer nécessaire.

D.11 Quelle zone (superficie) de l'ICPE doit être prise en compte dans le cadre de la vérification visuelle après impact ?

En cas de bâtiments avec une protection contre la foudre intégrant des compteurs d'impacts foudre, seuls les bâtiments pour lesquels le compteur a incrémenté doivent être vérifiés (protections foudre extérieures et protections foudre intérieures). Cependant, ceci impose de vérifier les compteurs tous les mois pour répondre aux exigences de l'arrêté ICPE.

Nota : ces compteurs peuvent être installés sur le conducteur PE des parafoudres Type 1 ou inclus dans le paratonnerre.

Dans le cas de figure où l'exploitant a choisi un service de télécompteur (avec relevés précis des impacts sur son site), alors il faut prendre en compte ce relevé. Dans ce cas, la zone de vérification englobe tous les bâtiments ICPE et les lignes entrantes inclus dans les ellipses d'incertitudes définies avec une précision de 99%. Dans les autres cas (incertitude des ellipses < 99 %), il est nécessaire d'augmenter la taille de l'ellipse avec une précision de 99% selon les règles du fournisseur du service ou bien considérer que tout le site ICPE est concerné par la vérification visuelle après impact.

Une solution mixte (compteur local sur les bâtiments et télécompteur) permet de déclencher la vérification des compteurs uniquement quand le service de télécomptage indique qu'un événement a eu lieu.

D.12 Doit on vérifier l'ensemble des parafoudres présents dans une ICPE dans le cadre de l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié ?

La vérification réglementaire vis-à-vis de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié concerne les parafoudres installés suite au besoin identifié dans l'ARF et dimensionnés dans l'ET. Les autres parafoudres mis en place, par exemple pour assurer une continuité de service d'un équipement non associé à une MMR, peuvent être vérifiés lors d'une mission complémentaire non requise par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié (voir à la fin de la question B.11 sur le contenu de la notice de vérification et de maintenance).

E. ANNEXE

E.1 Nouveau tableau C2 de la norme NF EN IEC 62305-2 (ed2 – 2012)

La norme NF EN 62305-2 de 2012 n'indique pas certains paramètres dans le tableau C2 informatif ci-dessous.

Tableau C.2 – Type de perte L1 : Valeurs moyennes types de L_T , L_F et L_O

Type de dommage	Valeur de perte typique		Type de structure
D1 blessures	L_T	10 ⁻²	Tout type
D2 dommages physiques	L_F	10 ⁻¹	Risque d'explosion
		10 ⁻¹	Hôpital, hôtel, école, bâtiment civil
		5x10 ⁻²	Publique de loisir, église, musée
		2x10 ⁻²	Industrielle, commerciale
		10 ⁻²	Autres
D3 défaillances de réseaux internes	L_O	10 ⁻¹	Risque d'explosion
		10 ⁻²	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital
		10 ⁻³	Autres parties d'hôpitaux

NOTE 1 Les valeurs du Tableau C.2 font référence à la présence continue de personnes dans la structure.

NOTE 2 Dans le cas d'une structure avec risque d'explosion, les valeurs de L_F et L_O peuvent nécessiter de réaliser une évaluation plus détaillée, tenant compte du type de structure, du risque d'explosion, du concept de zones dangereuses et des mesures prises pour réduire le risque.

Cette note technique demande de remplacer le tableau C2 de la norme NF EN IEC 62305-2 (édition de 2012) qui est informatif par le tableau de valeurs L_T , L_F , L_O ci-dessous, qui doit être utilisé :

Type de dommage	Valeur de perte typique		Type de structure
D1 blessures	L_T	0,01	Tous types
		0,001	Industriel- (personnes à l'extérieur des bâtiments quand les personnes sont informées * des risques dus à la foudre) (*) dispositif d'alerte orage et prévention
D2 dommages physiques	L_F	0,1	Bâtiment agricole
		0,1	Ensemble d'appartements
		0,1	Grande maison
		0,1	Hôpital
		0,1	Hôtel
		0,1	Nurserie/Jardin d'enfants
		0,1	Poste de police et dépôt d'ambulances
		0,1	Prison
		0,1	Risque d'explosion
		0,075	Bâtiment d'aéroport
		0,075	Gare
		0,067	Accueil de loisirs
		0,05	Boutique/Ensemble de boutiques
		0,05	Cathédrale
		0,05	Lieu de culte
		0,05	Musée
		0,05	Stade compris les stades accueillant des concerts
		0,05	Théâtre
		0,042	Bâtiment commercial/Ensemble de bureaux
		0,042	Grand magasin/Grandes surfaces
		0,042	Stockage industriel
		0,042	Université
		0,04	Equipement GSM
		0,04	Ruines classées
		0,033	Bâtiment gazier
		0,033	Bâtiment médical
		0,033	Bâtiment recevant du public
		0,033	Bâtiment télécom
		0,033	Centre commercial
		0,033	Ecole
		0,033	Traitement des eaux
		0,02	Site industriel (cas général, Applicable hors zones explosives ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans ce container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non
0,01	Autres bâtiments et structures		

Type de dommage	Valeur de perte typique		Type de structure
		0,005	Site industriel (structure comprenant de nombreux éléments métalliques comme des tuyaux ou des éléments structurels, permettant au courant de foudre de se disperser sans causer de larges dommages, Applicable hors zones explosives ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans ce container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non
		0,001	Site industriel (structure en béton armé ou avec surface métallique conformément au tableau 3 de la 62305-3) quand le dommage au point d'impact reste limité et ne crée pas de dommage additionnel, applicable hors zones explosives ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans ce container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non
D3 défaillances de réseaux internes	<i>Lo</i>	0,1	Structure avec risque d'explosion
		0,01	Soins intensifs et salle d'opération d'un hôpital
		0,001	Autres parties d'un hôpital
		0,001	Structure avec risque d'explosion confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans ce container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non.

NOTE 1 Les valeurs du Tableau C.2 font référence à la présence continue de personnes dans la structure.

NOTE 2 Dans le cas d'une structure avec risque d'explosion, les valeurs de *LF* et *Lo* peuvent nécessiter de réaliser une évaluation plus détaillée, tenant compte du type de structure, du risque d'explosion, du concept de zones dangereuses et des mesures prises pour réduire le risque.

Ce nouveau tableau a été validé le 19 juin 2014 par la Commission de Normalisation UF 81 – Protection des structures contre la foudre et complété par l'INERIS le 10/02/2021.