

Direction Générale de l'Aviation Civile

Direction des Services de la Navigation Aérienne

Direction de la Technique et de l'Innovation

Déploiement et Support opérationnel

Guide

Référence : GPF20_Fiche6_V1R0

Rédacteur : DTI/DSO/IGC

Tél. +33 (0)5 62 14 58 70 – Fax : +33 (0)5 62 14 50 06

Installations de la DGAC

Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°6

Protection des liaisons d'antennes

Projet / Opération : Installations de la DGAC

Version : V1R0 du 09/06/2020

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°6 Protection des liaisons d'antennes	Du	09/06/2020

DIFFUSION INITIALE

DESTINATAIRE(S)	COPIE(S) POUR INFORMATION

Toute reproduction ou communication de ce document, de son contenu ou de sa nature, même partielle, exceptés les usages internes des Services de la Direction Générale de l'Aviation Civile, est strictement interdite sans le consentement écrit de la Direction de la Technique et de l'Innovation

Objet de la diffusion (facultatif) :

VERIFICATION _(V) / APPROBATION _(A)

Nom	Fonction / Entité	V / A	Visa
Jean Claude COURTAY	Rédacteur	V	
Arnaud MARTICHON	Adjoint chef de pôle IGC	V	
Philippe PANABIERE	Chef de pôle IGC	A	

MAITRISE DOCUMENTAIRE

Référence : GPF20_Fiche6_V1R0	
Affaire / Projet / Opération : Installations de la DGAC	
Classement et archivage du document	
Stockage : GEODE	
Fichier : GPF20_Fiche6_V1R0.docx	
Support / Format : DOC ou PDF	

Contenu personnalisable

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°6 Protection des liaisons d'antennes	Du	09/06/2020

Historique du document

<i>Version du document</i>	<i>Date de rédaction</i>	<i>Raison de l'évolution</i>	<i>Auteur</i>
V0R0	14/01/19	Version initiale	JC COURTAY
V0R1	02/01/20	Version en vérification	JC COURTAY
V1R0	09/06/20	Version publiée	JC COURTAY

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°6 Protection des liaisons d'antennes	Du	09/06/2020

Sommaire

1	GENERALITES DE LA FICHE	5
1.1	Objet de la fiche	5
1.2	Principe général de réalisation	5
2	BOUCLE DE CABLES OU SURFACE DE BOUCLE	6
3	TRAITEMENT DES CABLES COAXIAUX SUR PYLONE.....	7
3.1	Antenne centrale des tours de contrôle	7
3.2	Pylône	7
3.3	Cheminement des câbles et mise à la masse	8
3.3.1	Principe généraux	8
3.3.2	Raccordement au niveau des antennes	8
3.3.3	Raccordement à la base du pylône	8
3.3.4	Platine de transition coaxiale	8
3.3.5	Parafoudres	9
3.3.6	Principe de pose des kits de mise à la masse	9
4	CABLES ET MASSES METALLIQUES EN TOITURE	10
4.1	Cheminement en terrasse	10
4.2	Cheminement des câbles coaxiaux à l'intérieur d'un bâtiment	10
4.3	Masses métalliques en toiture	10

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°6 Protection des liaisons d'antennes	Du	09/06/2020

1 GENERALITES DE LA FICHE

1.1 OBJET DE LA FICHE

Cette fiche présente les traitements à effectuer afin de limiter les effets de la foudre pouvant être amenée par les liaisons des antennes installées sur une structure.

1.2 PRINCIPE GENERAL DE REALISATION

Les antennes et les mâts d'antennes installés sur la toiture d'une structure doivent être protégés contre les impacts de foudre directs en installant de préférence ces antennes et leur support dans un volume déjà protégé.

Le mât d'antenne devra être intégré à l'étude du Système de Protection contre la Foudre (SPF).

Selon le type d'antenne, un SPF externe isolé ou non isolé peut être utilisé.

Dans le cas où le SPF est non isolé, le mât d'antenne sera raccordé au dispositif de capture. Les courants partiels de foudre seront alors traités comme étant à l'intérieur de la structure à protéger. Le câble d'antenne associé pénétrera dans la structure par un dispositif interdisant la pénétration de l'eau (crosse, cadre de traversée étanche, platine de transition). Le point de pénétration aura à proximité un dispositif permettant les raccordements au SPF (barre d'équipotentialité ou réseau de masse).

Pour éviter les différences de potentiel sur ces liaisons, la gaine conductrice externe du câble d'antenne (blindage) sera raccordée en partie haute au dispositif de capture sur le toit et au niveau de la pénétration du câble dans la structure, au réseau de masse du SPF. Pour des grandes longueurs, des raccordements intermédiaires pourront être réalisés.

Les raccordements aux blindages des câbles se feront par des kits de mise à la masse, des platines de transition ou des bornes de connexion de blindage. Les câbles pourront avantageusement circuler dans des chemins de câbles métalliques capotés.

Dans le cas où le blindage du câble ne peut pas être raccordé au SPF, un éclateur d'isolement devra être mis en œuvre entre ces deux parties. Cet équipement sera également mis en place entre la structure de l'antenne et le SPF si celle-ci ne devrait pas y être raccordée.

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°6 Protection des liaisons d'antennes	Du	09/06/2020

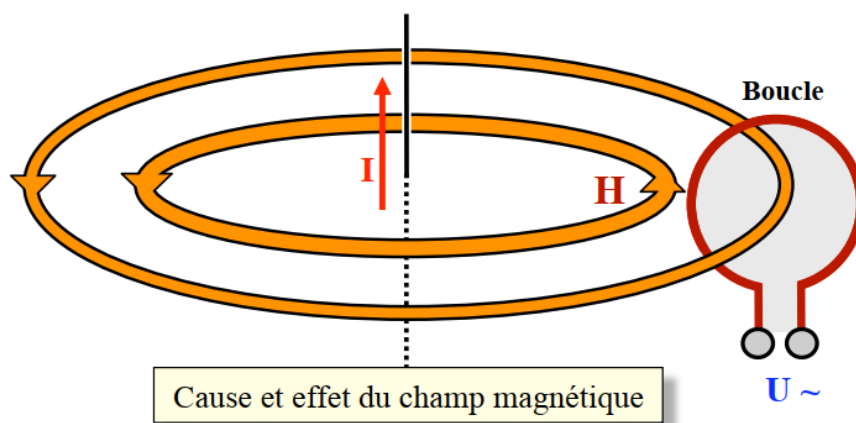
2 BOUCLE DE CABLES OU SURFACE DE BOUCLE

Les boucles réalisées avec l'excédent de câble, connecté à un système ou inutilisé et non déposés totalement, sont propices à capter le champ électromagnétique de la foudre (cf. Figure 1).



Figure 1 : Exemple de boucle de câbles à proscrire

Une boucle positionnée à proximité d'un mât d'antenne capable de capter un courant de foudre **I** génèrera une tension **U** perturbatrice qui se retrouvera dans les locaux techniques sur les systèmes.



Cet effet sera le même par couplage dans les cheminements internes du bâtiment si des câbles sont laissés sur le toit, déconnectés et ne servant plus et non déposés dans leur intégralité (figure 1 de gauche).

Les câbles non utilisés doivent être intégralement déposés et évacués.

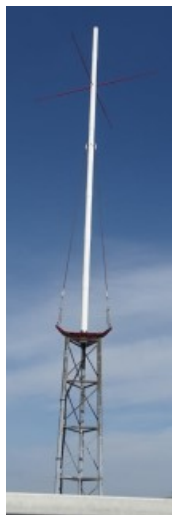
Il est important de supprimer toutes les surfaces de boucle en mettant l'excédent de câble en dehors des espaces exposés ou dans des chemins de câbles capotés (dalles marines).

Les cheminements des câbles vers les systèmes (antennes, balisage, capteurs, ...) se feront de préférence à l'intérieur des tubes supports ou à défaut, plaqués contre ceux-ci s'ils sont métalliques.

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°6 Protection des liaisons d'antennes	Du	09/06/2020

3 TRAITEMENT DES CABLES COAXIAUX SUR PYLONE

3.1 ANTENNE CENTRALE DES TOURS DE CONTROLE



Certaines tours de contrôle sont équipées d'une antenne intégrée montée au-dessus d'un petit pylône. En général, cet équipement est positionné sur la toiture de la vigie et sa longueur totale est d'environ 7m. Pour permettre sa maintenance, le pylône est basculant à partir de sa platine de fixation.

On considère cette antenne avec son pylône support comme un paratonnerre. Les conducteurs de descente doivent être installés selon les spécifications données au chapitre 3.3.1 de la fiche 3. Pour permettre le basculement du mât et assurer la continuité des descentes, des tresses de masses de 50mm² de section minimum seront installées sur chacun des 3 points de fixation du pylône. Les plats de cuivre descendant du sommet du pylône seront raccordés aux mêmes points.

Une barre d'équilibrage de potentiel sera installée sur l'embase du pylône pour permettre tous les raccordements (blindage des câbles coaxiaux et tresse de masse). Les connexions vers les descentes foudre partiront de cette barre d'équilibrage.

Aucune pointe caprice ne sera installée au-dessus de l'antenne centrale.

Des pointes caprices complémentaires seraient nécessaires si des éléments de plus de 2,50m de hauteur, positionnés à plus de 6m de l'embase du pylône, étaient installés.

La méthode d'évaluation du système de protection par « l'angle de protection » est à privilégier.

3.2 PYLONE

Les coaxiaux doivent être installés à l'intérieur des pylônes afin d'utiliser leur protection naturelle contre les champs électromagnétiques.

Les spécifications de protection du pylône sont données au chapitre 3.3.1 de la fiche 3.

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°6 Protection des liaisons d'antennes	Du	09/06/2020

3.3 CHEMINEMENT DES CABLES ET MISE A LA MASSE

3.3.1 Principe généraux

Les câbles coaxiaux, comme tous les câbles blindés, devront être raccordés à la masse des pylônes pour éviter les perturbations induites et les différences de potentiel entre les extrémités des câbles.

Les dispositifs de raccordement peuvent être :

- des platines de transition montées sur des supports, eux même raccordés au réseau d'équipotentialité ;
- des kits de mise à la masse installés sur le blindage des câbles coaxiaux. Le raccordement des kits de mise à la masse au réseau d'équipotentialité devra se faire **par un lien direct (sans boucle) le plus court possible**.

Au moins deux liaisons vers le réseau de masse seront à réaliser pour chaque câble coaxial circulant dans le pylône :

- une au plus près de l'antenne ;
- une à la base du pylône.

Une platine de transition coaxiale sera installée à la pénétration des câbles coaxiaux dans le bâtiment.

3.3.2 Raccordement au niveau des antennes

En général, le raccordement au réseau de masse du câble coaxial se fera par l'intermédiaire de la connectique terminale de l'antenne si la masse électrique de celle-ci est reliée mécaniquement à la structure métallique du pylône. Les liens d'équipotentialité entre le câble coaxial et le réseau de masse du pylône seront ainsi correctement établis.

Le kit de mise à la masse raccordé à la masse du pylône ne se fera que dans le cas de montage d'une antenne isolée ou en cas de mauvais raccordement d'équipotentialité entre l'antenne et le pylône. Dans ce cas, la pose d'un éclateur entre la masse de l'antenne et la masse du pylône devra être réalisée.

3.3.3 Raccordement à la base du pylône

Une barre d'équilibrage de potentiel sera installée à la base du pylône. Ce collecteur de terre sera relié au réseau de masse du pylône, aux descentes de foudre, aux liaisons vers les réseaux de terre et à chaque lien de raccordement des kits de mise à la terre.

3.3.4 Platine de transition coaxiale

Une platine métallique de transition sera installée après la pénétration des câbles coaxiaux dans le bâtiment. Cette platine recevra les transitions coaxiales femelle-femelle permettant de connecter les câbles coaxiaux venant des antennes d'un côté et allant vers les équipements de l'autre côté.

Elle sera raccordée d'une part au réseau de masse de la station et d'autre part au réseau d'équipotentialité du pylône par des plats de cuivre étamé de 30X2mm Les percements des plats de cuivre sont proscrits, les raccordements se feront avec des assemblages mécaniques adaptés (voir la figure 3 de la fiche 2).

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°6 Protection des liaisons d'antennes	Du	09/06/2020

Dès la sortie du pylône, les câbles circuleront dans des chemins de câbles (dalles marines si extérieur ou environnement corrosif) ou des conduites enterrées (fourreaux ou réseau multitubulaire). Le plat de cuivre d'accompagnement, qui fera également le lien d'équipotentialité, sera fixé sur une aile extérieure du chemin de câble ou suivra le câble en tranchée si les liaisons sont enterrées.

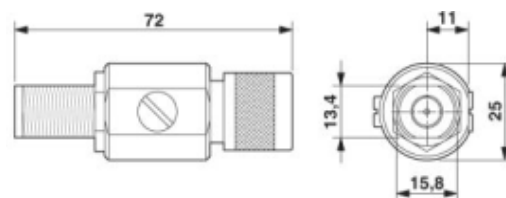
3.3.5 Parafoudres

Pour compléter la protection des liaisons, dès la pénétration des câbles dans le local technique, des parafoudres coaxiaux seront installés en série dans la liaison. Ils seront installés dans un coffret spécifique raccordé au réseau de masse du local ou de préférence montés directement sur la patine de transition décrite au chapitre précédent, en lieu et place des transitions coaxiales, cet équipement pouvant remplir cette fonction. Le raccordement au réseau de masse se faisant en principe par le châssis du parafoudre.

Les parafoudres seront conformes à la bande de fréquence concernée, à l'impédance de ligne, à la nature de la liaison pour supporter le courant nominal traversé (émission ou réception) et la connectique sera adaptée aux terminaisons des câbles coaxiaux.

Les parafoudres sont basés sur la technologie des éclateurs à gaz ou (et) utilisent un filtre $\Lambda/4$ pour réaliser la protection anti surtension.

Le schéma ci-contre représente un modèle de parafoudre avec éclateur à gaz.



3.3.6 Principe de pose des kits de mise à la masse

La mise à la masse du blindage du câble coaxial devra respecter les règles suivantes :

- la reprise du blindage se fera sur la circonférence totale du câble (sur 360°) ;
- le kit de mise à la masse devra être adapté au type de câble en service et à sa section (éviter les équipements dits « universel ») ;
- le lien vers la masse du support ou vers la barre d'équilibrage de potentiel devra être le plus court possible et avoir une section minimale de 16mm². Préférer des dispositifs permettant des raccordements directs de la reprise de blindage sur une barre d'équipotentialité (voir la figure 5 de la fiche 5) ;
- l'étanchéité du montage final devra avoir un indice minimum IP67.

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°6 Protection des liaisons d'antennes	Du	09/06/2020

4 CABLES ET MASSES METALLIQUES EN TOITURE

4.1 CHEMINEMENT EN TERRASSE

Les câbles coaxiaux raccordant les antennes, comme tous les autres câblages présents en toiture, doivent être protégés des agressions climatiques, des rayonnements électromagnétiques dus aux émetteurs et aux effets indirects de la foudre.

Pour cela et dans la mesure du possible, les câbles devront circuler dans des conduits blindés ou à minima contre des surfaces métalliques. Ils circuleront :

- dans des dalles marines capotées, mise en œuvre pour les cheminements au sol. Un réseau sera créé en partant des sorties de câbles et sera dirigé vers les équipements posés en terrasse ou vers les mâts d'antennes ou de balisage. La continuité électrique sera assurée sur la totalité de ce réseau ;
- à l'intérieur des tubes pour réaliser la montée des câbles dans les mâts ;
- plaqués de préférence sous les montants des structures (rambarde support, poteau, ...) ou contre tout élément métallique en les plaçant sur la face dirigée vers l'intérieur de la terrasse.

Tous les éléments qui serviront de protection pour les câbles devront être raccordés au réseau d'équipotentialité. Le réseau de dalle marine sera accompagné sur toute sa longueur par un plat de cuivre étamé de 30X2mm, raccordé au réseau d'équipotentialité et fera ainsi partie de ce réseau.

4.2 CHEMINEMENT DES CABLES COAXIAUX A L'INTERIEUR D'UN BATIMENT

Les câbles coaxiaux seront placés dans un chemin de câbles métallique capoté dédié aux câbles « courants faibles ». Des précautions seront prises pour assurer la continuité des chemins de câbles (cf. fiche 4 *Protection des locaux sensibles réseau de masse*).

4.3 MASSES METALLIQUES EN TOITURE

En toiture d'une vigie, toutes les masses métalliques seront en équipotentialité, c'est-à-dire :

- la rambarde métallique ;
- le mât d'antenne central ;
- les pylônets ou pylônes ;
- les chemins de câbles ;
- les mâts de paratonnerre et les descentes ;
- les câbles de raccordement des kits de mise à la masse via des collecteurs ;
- etc...