

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_Fiche5_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°5

Parafoudres

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°5 Parafoudres	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_Fiche5_V1R0	
Affaire / Projet / Opération : Installations de la DGAC	
Classement et archivage du document	
Stockage : GEODé	
Fichier : GPF20_Fiche5_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°5 Parafoudres	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°5 Parafoudres	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	TERMINOLOGIE LIEE AUX PARAFOUDRES	6
3	PROTECTION DU RESEAU ENERGIE	8
3.1	Parafoudre de type 1	8
3.2	Parafoudre de type 2	8
3.3	Parafoudre de type 3	8
3.4	Parafoudre de type 1+2	8
3.5	Protection des parafoudres	9
3.6	Installation des parafoudres	9
3.7	Raccordement des parafoudres	10
4	PARAFOUDRES DE COMMUNICATION	12
5	BLINDAGE DES CABLES.....	13

Table des illustrations

Figure 1 : Exemple de câblage dans un tableau électrique	10
Figure 2 : Longueurs des liaisons de raccordement d'un parafoudre.....	10
Figure 3 : Exemple de montage en coffret	11
Figure 4 : Optimisation des raccordements	12
Figure 5 : Mode de raccordement des blindages	13
Figure 6 : Ajout d'un éclateur supplémentaire.....	13

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°5 Parafoudres	Du	09/06/2020

1 GENERALITES DE LA FICHE

1.1 OBJET DE LA FICHE

Cette fiche présente les traitements à effectuer sur tous les câbles entrants et sortants des bâtiments opérationnels de la Navigation Aérienne afin de limiter les effets des surtensions sur les systèmes électroniques.

1.2 PRINCIPE GENERAL DE REALISATION

Lorsque qu'une installation de protection foudre extérieure est présente sur le bâtiment, la mise en place de parafoudres de type 1 en tête d'installation est une exigence de la NFC15-100.

Les parafoudres « courants forts » seront mis en place à la pénétration des câbles d'alimentation électriques basse tension dans le bâtiment. Ils devront être adaptés au régime de neutre de la station. Ils pourront être intégrés dans le TGBT si la station est alimentée en moyenne tension et que le transformateur HT / BT est situé dans le même bâtiment.

Des parafoudres spécifiques seront mis en place pour protéger les câbles « courants faibles » et radio.

De plus, tous câbles (« courants forts » ou « courants faibles ») pénétrant dans un bâtiment ou armoire extérieure et comportant un élément métallique (conducteur, armure, feuillard, blindage, etc...) sera équipé d'un dispositif de protection contre la foudre.

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°5 Parafoudres	Du	09/06/2020

2 TERMINOLOGIE LIEE AUX PARAFOUDRES

Parafoudre

Les parafoudres sont destinés à limiter les surtensions véhiculées par le réseau à un niveau compatible avec la tension de tenue au choc des équipements.

Le guide UTE C 15-443 donne des indications pour le choix et la mise en œuvre des parafoudres.

Onde 10/350 (normalisée)

Onde de courant très énergétique utilisée par les constructeurs pour tester leurs parafoudres (simulation des surtensions issues d'un coup de foudre direct).

Onde 8/20 (normalisée)

Onde de courant peu énergétique utilisée par les constructeurs pour tester leurs parafoudres (simulation des surtensions conduites).

In : Courant nominal de choc de décharge

Le courant nominal de choc de décharge est la valeur de crête du courant de choc de forme d'onde 8/20 pour lequel l'appareil de protection contre les surtensions est dimensionné. In est utilisé pour déterminer le niveau de protection (U_p) du parafoudre.

Les parafoudres conformes à la norme NF EN 61 643-11 de septembre 2002 résistent, au minimum, à 15 chocs au courant nominal de décharge sans détérioration.

Imax : Courant maximal de décharge

Courant maximal de décharge en onde 8/20. Imax permet de déterminer le pouvoir énergétique du parafoudre.

Les parafoudres conformes à la norme NF EN 61 643-11 de septembre 2002 résistent, au minimum, à un choc au courant maximal de décharge sans détérioration.

Iimp : Courant de choc de foudre

Le courant de choc de foudre est un courant de choc modélisé avec la forme d'onde 10/350 pour les essais des parafoudres de type 1. Ces derniers doivent pouvoir évacuer de tels courants de choc à plusieurs reprises sans dommage.

Les parafoudres conformes à la norme NF EN 61 643-11 de septembre 2002 résistent, au minimum, à un choc au courant de choc de foudre sans détérioration.

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°5 Parafoudres	Du	09/06/2020

Up : Niveau de protection

C'est le paramètre qui caractérise les performances de protection du parafoudre et qui est choisi parmi les valeurs normales de protection. Les plus courantes pour un réseau 230/400 V sont :

2,5 – 2,0 – 1,8 – 1,2 et 1,0 kV.

Le niveau de protection (Up) est la caractéristique principale du parafoudre. Il est utilisé pour la coordination de l'isolement et donne la marge de sécurité par rapport à la tenue du matériel.

Protection du parafoudre et de son circuit

Le parafoudre (onde 8/20) doit être déconnecté automatiquement :

- en cas d'emballement thermique,
- en cas de court-circuit,
- en cas de courant de défaut à la terre.

Les dispositifs assurant ces fonctions de protection, appelés parfois déconnecteurs sont incorporés ou associés en série avec le parafoudre.

La protection en cas d'emballement thermique est généralement assurée par un déconnecteur thermique incorporé. Les autres fonctions peuvent être assurées par plusieurs dispositifs de caractéristiques spécifiées par le constructeur (fusible, disjoncteur). Sa valeur dépend du schéma de liaison à la terre.

Uc: Tension maximale en régime permanent

Valeur maximale de la tension efficace ou continue qui peut être appliquée de façon continue pour le mode de protection du parafoudre. Elle est égale à la tension assignée. Le parafoudre devra être compatible avec le régime de neutre de l'installation.

If : Pouvoir d'élimination du courant de suite

Le courant de suite est le courant de court-circuit que le parafoudre est capable d'interrompre par lui-même sans l'aide de son dispositif de protection associé.

Cette notion concerne uniquement les parafoudres à base d'éclateur à air. Le pouvoir d'élimination du courant de suite doit donc être supérieur au courant de court-circuit de l'installation.

UT : Tenue aux surtensions temporaires (TOV) :

Cet essai est imposé par la norme produit NF EN 61643-11 (7.7.6 – Essai de la caractéristique TOV) et destiné à vérifier le comportement du parafoudre lorsqu'il est soumis à une surtension temporaire. Cette surtension est caractérisée par son amplitude et sa durée de 5 secondes. La source de tension utilisée doit pouvoir délivrer un courant de court-circuit égal à la tenue de court-circuit déclarée du parafoudre.

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°5 Parafoudres	Du	09/06/2020

3 PROTECTION DU RESEAU ENERGIE

3.1 PARAFOUDRE DE TYPE 1

La norme NFC 15 100 énonce qu'en présence de paratonnerre, il est obligatoire d'installer un parafoudre de tête de type 1 à l'origine de l'installation. La norme considère la cage maillée, les fils tendus, les paratonnerres à tige et les PDA comme des paratonnerres. De ce fait, un parafoudre de type 1 sera obligatoire pour toutes les installations de la Navigation Aérienne.

Le parafoudre de type 1 est un parafoudre à fort pouvoir énergétique (testé en onde 10/350) destiné à écouler l'énergie d'une surtension assimilée à un coup de foudre direct. Il permet à l'installation d'avoir un niveau de protection (U_p) de 2,5 kV. Son courant de choc de foudre I_{mp} sera au minimum de 25 kA et son courant nominal I_n sera de 20 kA par pôle. Son pouvoir d'élimination du courant de suite I_f sera au minimum égal à 25 kA_{eff}.

La technologie retenue sera à base d'éclateur à air.

3.2 PARAFOUDRE DE TYPE 2

Pour les installations de la Navigation Aérienne, il sera nécessaire d'atteindre un niveau de protection (U_p) inférieur à 2,5 kV en raison de la sensibilité des équipements électroniques. Il sera donc obligatoire d'installer des parafoudres type 2 (onde 8/20) en cascade pour obtenir un niveau de protection compatible avec les appareils à protéger.

Le parafoudre de type 2 est un parafoudre à moyen ou faible pouvoir énergétique (testé en onde 8/20) destiné à écouler l'énergie d'une surtension assimilée à un coup de foudre indirect ou d'une surtension de manœuvre. Le parafoudre sera sélectionné par rapport à la fragilité (U_p) des installations ou des équipements à protéger. Son courant maximal de décharge I_{max} sera au minimum de 40 kA et son courant nominal I_n sera de 20 kA par pôle. Le parafoudre type2 sera coordonné avec le parafoudre type 1 placé en tête.

Des conditions particulières d'installation seront à respecter si la mise en place de ce parafoudre doit se faire à proximité d'un parafoudre de type 1.

La technologie retenue sera à base de varistance à l'oxyde de zinc (Zno).

3.3 PARAFOUDRE DE TYPE 3

Il sera mis en place afin d'atteindre un niveau de protection de 1KV au niveau des équipements sensibles de la navigation aérienne.

3.4 PARAFOUDRE DE TYPE 1+2

Les parafoudres de type 1+2 permettent une protection globale des entrées de câbles. Ils seront combinés et respecteront les spécifications suivantes :

- $I_{mp} = 25 \text{ kA}$
- $I_{max} > 40 \text{ kA}$
- $I_n > 20 \text{ kA}$
- $U_p < 1,5 \text{ Kv}$
- $I_f \geq 25 \text{ kA eff}$

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°5 Parafoudres	Du	09/06/2020

Résumé des caractéristiques des parafoudres type 1, 2 et 3

Parafoudre	Onde	Imp	In	Up	Spécifications
Type 1	10/350	25 kA	20 kA	2.5 kV	En tête d'installation
Type 2	8/20	15 kA	10 kA	1.5 kV	Placé à plus de 15m du parafoudre de tête
Type 3	1,2/50 et 8/20	8 kA	2,5 kA	1 kV	Placé au niveau des tableaux divisionnaires si la distance le sépare de plus de 30m du parafoudre amont ou si l'équipement protégé est sensible

3.5 PROTECTION DES PARAFOUDRES

Chaque parafoudre dans sa branche doit être associé à une protection contre les surintensités. La protection utilisée sera un dispositif de protection des surintensités (DPSI).

Le DPSI doit avoir une courbe ou/et une sensibilité (pour les disjoncteurs différentiels en schéma de liaison à la terre TT) évitant des déclenchements intempestifs et permettant un fonctionnement normal du parafoudre. Il devra tolérer le I_{imp} et/ou le I_{max} du parafoudre associé.

Les DPSI seront spécifiés par le constructeur de parafoudre. Ils seront dimensionnés :

- par rapport à la protection amont (la sélectivité de l'installation ou de l'armoire devant être assurée),
- par rapport à la section des câbles utilisés pour le raccordement du parafoudre,
- par rapport au calcul de l' I_{cc} de l'installation (pour les parafoudres de tête).

Dans le cas où aucun disjoncteur ne peut supporter l' I_{cc} de l'installation, le parafoudre sera protégé par un sectionneur-fusible présentant un pouvoir de coupure adapté.

3.6 INSTALLATION DES PARAFOUDRES

Un parafoudre « Courants forts » encapsulé de type 1 + 2 combiné (type décrit au chapitre 3.4) sera de préférence choisi. Il sera installé dans un coffret dédié avec son dispositif de protection, positionné au point de pénétration des câbles d'alimentation et de préférence à l'extérieur du bâtiment.

Dans le coffret, un écran plexiglas assurant au minimum un degré de protection IP2XX et démontable à l'aide d'un outil sera fixé devant le parafoudre. Il portera la consigne « OUVRIR LES DISJONCTEURS AMONT AVANT TOUTE INTERVENTION SUR LES PARAFOUDRES ». Le danger électrique sera signalé par des étiquettes normalisées collées sur la porte du coffret et sur l'écran plexiglas.

Si le transformateur HT / BT est situé dans le bâtiment, le parafoudre avec son dispositif de protection pourront être installés dans le TGBT, au plus près du jeu de barres.

Pour les bâtiments où la pénétration des câbles et les équipements à protéger sont séparés de plus de 10 m, des parafoudres de type 2 seront installés en plus dans le TGBT ou les tableaux divisionnaires.

Un rapport d'essais sur l'ensemble du coffret (coffret, parafoudre et protection associée) devra être fourni : il certifiera de la conformité de l'ensemble du coffret avec les performances du parafoudre annoncées par le constructeur.

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°5 Parafoudres	Du	09/06/2020

3.7 RACCORDEMENT DES PARAFOUDRES

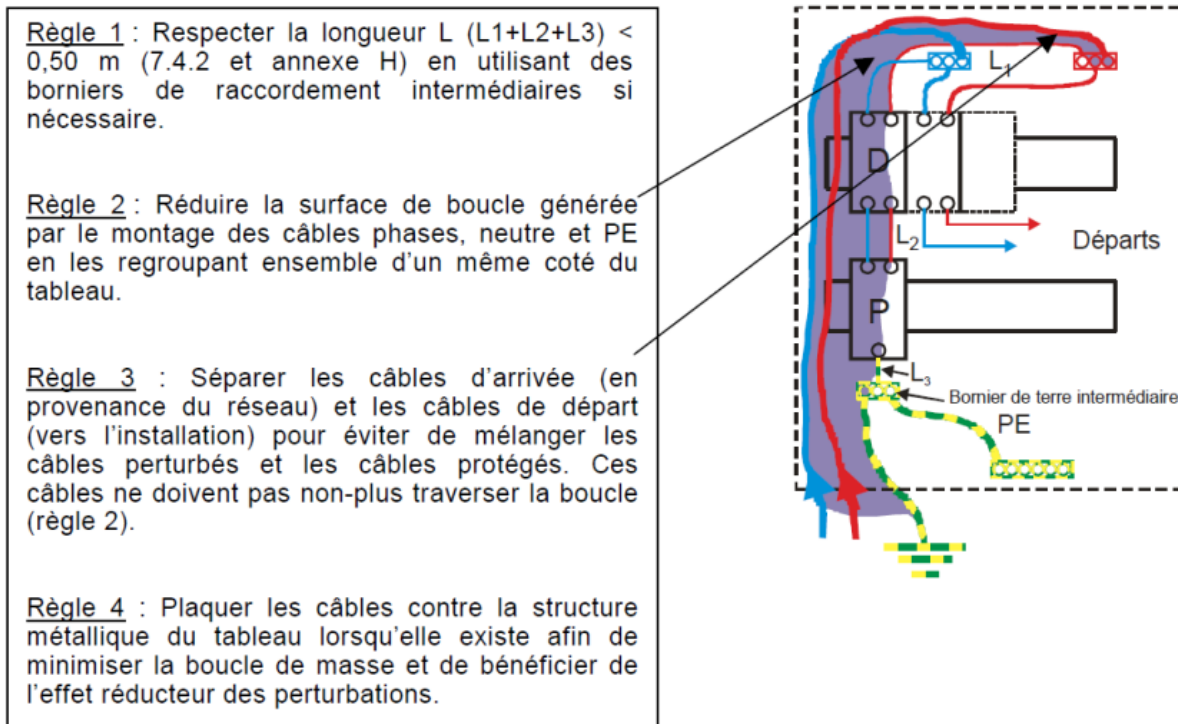


Figure 1 : Exemple de câblage dans un tableau électrique

Les parafoudres se raccordent en aval de la protection générale (disjoncteur de branchement).

Les armoires ou coffrets parafoudres seront agencés pour assurer une séparation physique d'au moins 30 cm entre les câbles venant de l'extérieur et ceux qui partent vers les équipements. Si cette distance ne peut pas être respectée, des écrans métalliques mis à la masse seront insérés entre les câbles.

Les longueurs des liaisons de raccordement d'un parafoudre et de son dispositif de protection doivent être aussi courtes que possible. Elles doivent respecter la règle des 50 cm : c'est-à-dire $a + b + c \leq 50$ cm (cf. Figure 2).

Pour réaliser cette condition, un collecteur de masse sera installé dans le coffret dédié aux parafoudres au plus près de ces équipements.

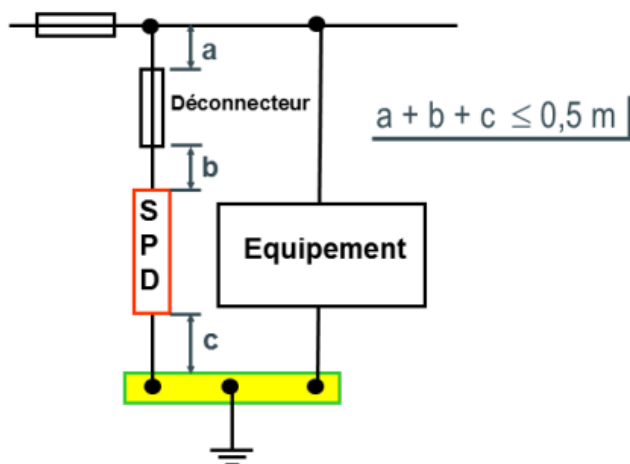


Figure 2 : Longueurs des liaisons de raccordement d'un parafoudre

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°5 Parafoudres	Du	09/06/2020

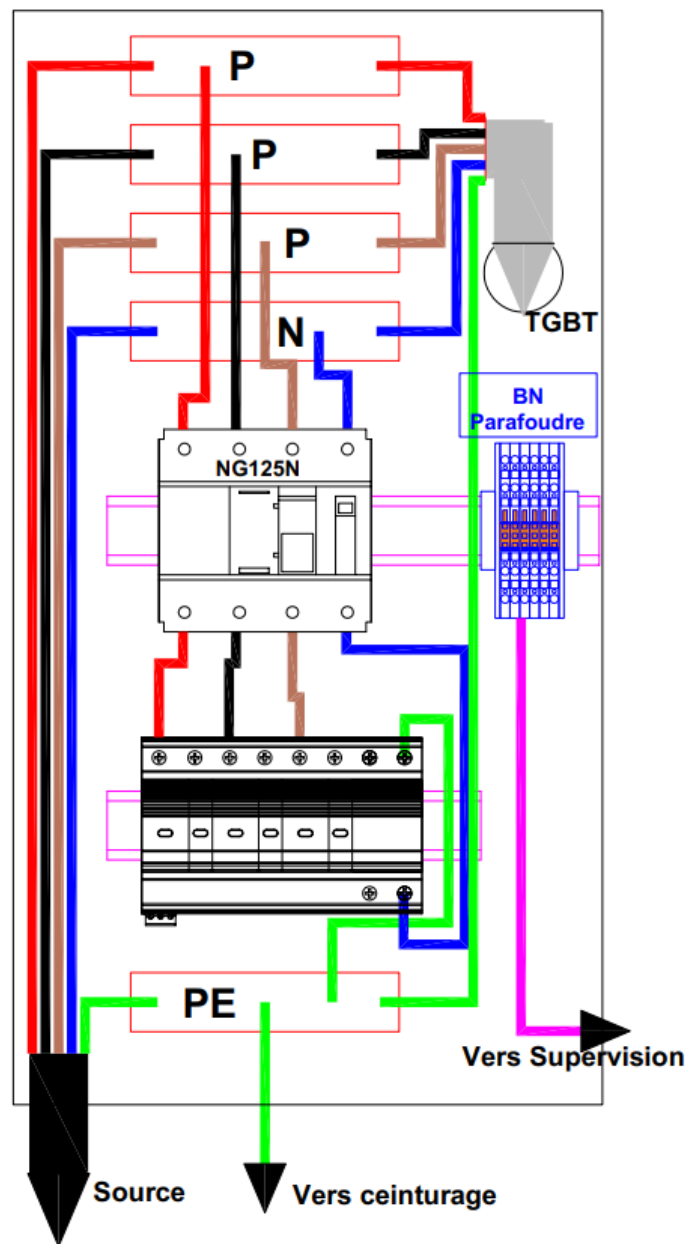


Figure 3 : Exemple de montage en coffret

La Figure 3 ci-dessus décrit l'aménagement et les raccordements d'un coffret parafoudre type 1+2 prévu pour être monté à l'extérieur d'un bâtiment, au droit de la pénétration initiale des câbles.

Dans cette représentation, la liaison sortante parafoudrée pénètre directement dans le bâtiment par percement du mur. Si la liaison de sortie du coffret doit se faire par le bas, les câbles devront être espacés d'au moins 30 cm ou être dans des chemins de câbles séparés.

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°5 Parafoudres	Du	09/06/2020

4 PARAFOUDRES DE COMMUNICATION

Les parafoudres de communication seront installés sur les liaisons « courants faibles » pour protéger les équipements. Tous les conducteurs entrant devront ainsi être raccordés à des parafoudres.

Le parafoudre de communication sera défini en fonction du type de circuit à protéger (mesure, signalisation, commande...) et des caractéristiques électriques des signaux transmis (fréquence, tension...). En règle générale, il protégera une ou deux paires (cf. fig. 3). Le choix se fera suivant le type de liaison utilisée.

L'arrivée des câbles sera de préférence centralisée et les parafoudres seront placés dans des enveloppes métalliques (armoires, répartiteurs ou coffrets) situées au plus près de l'entrée/sortie des câbles dans les bâtiments.

Un grand soin sera pris pour arranger les câbles autour des parafoudres, dans les armoires et dans le bâtiment, notamment pour séparer les câbles entrants et sortants afin d'éviter les couplages inductifs.

Les parafoudres seront enfichés sur des embases. Leur démontage pour permettre leur vérification ne devra pas perturber la ligne.

Toutes les bornes de masse des embases de parafoudres seront raccordées au plus court aux collecteurs de masse de l'enveloppe pour limiter au maximum les tensions de claquage.

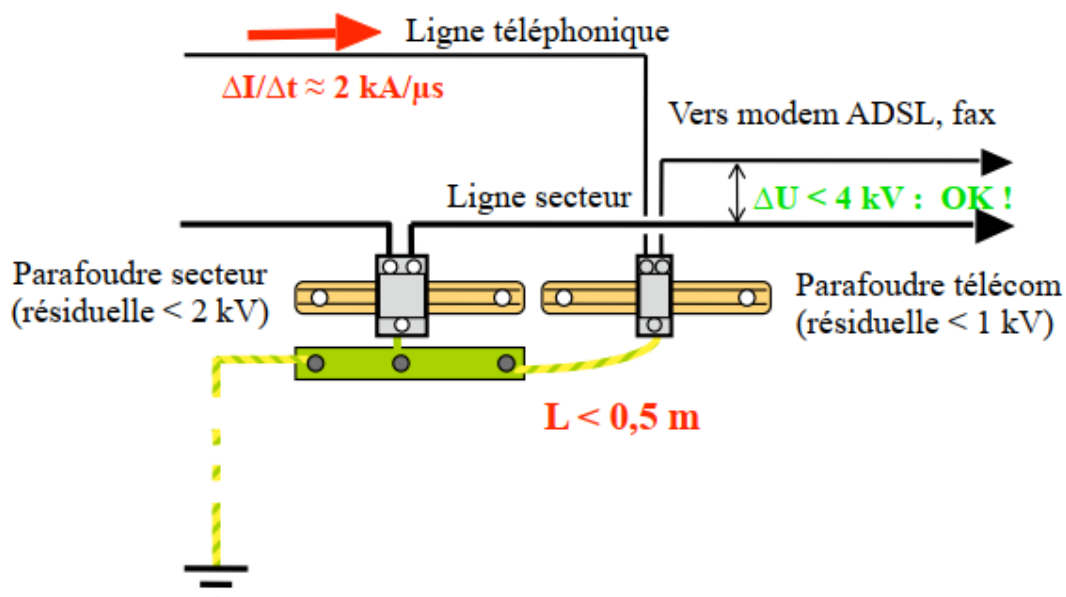


Figure 4 : Optimisation des raccordements

Les lignes ou paires non utilisées seront court-circuitées et raccordées à la masse.

DTI/DSO/IGC	Projet	Installations de la DGAC	Version	V1R0
NOTE	Titre	Guide d'aide à la protection contre la foudre : Fiche n°5 Parafoudres	Du	09/06/2020

5 BLINDAGE DES CABLES

Pour limiter les effets des perturbations électro-magnétiques, la plupart des câbles « courants faibles » reçoivent un blindage global, parfois accompagné d'un blindage par paires.

Dès la pénétration des câbles dans les répartiteurs ou coffrets recevant les parafoudres, les blindages seront raccordés au réseau de masse de l'armoire. Un raccordement englobant la totalité du blindage sur 360° sera préféré. Les exemples ci-dessous indiquent les modes de raccordement possibles.

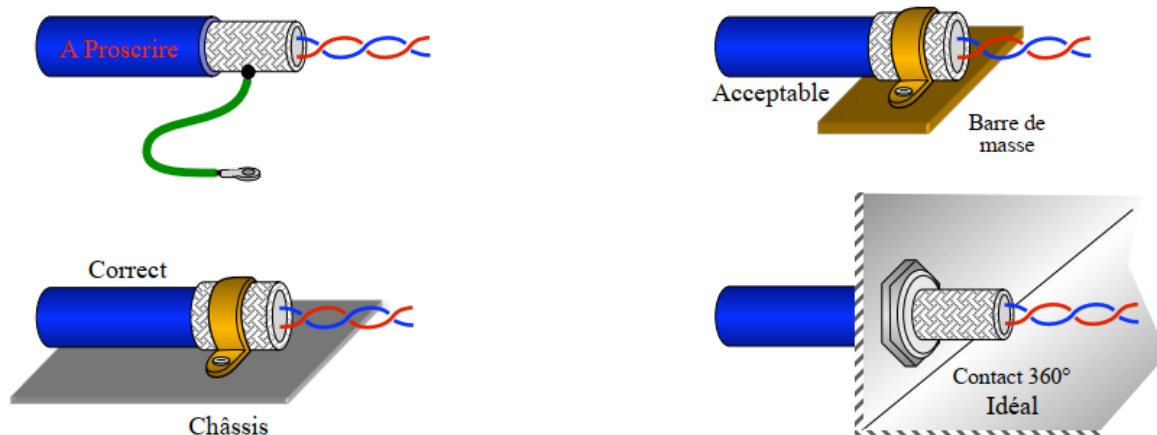


Figure 5 : Mode de raccordement des blindages

Ces blindages devront être raccordés aux deux extrémités des liaisons. Si un déséquilibre électrique existe entre les différentes structures (en cas d'absence de liaison d'équipotentialité par exemple), un des blindages pourra être déconnecté du réseau de terre et un éclateur supplémentaire sera mis entre le blindage et la masse de la deuxième structure.

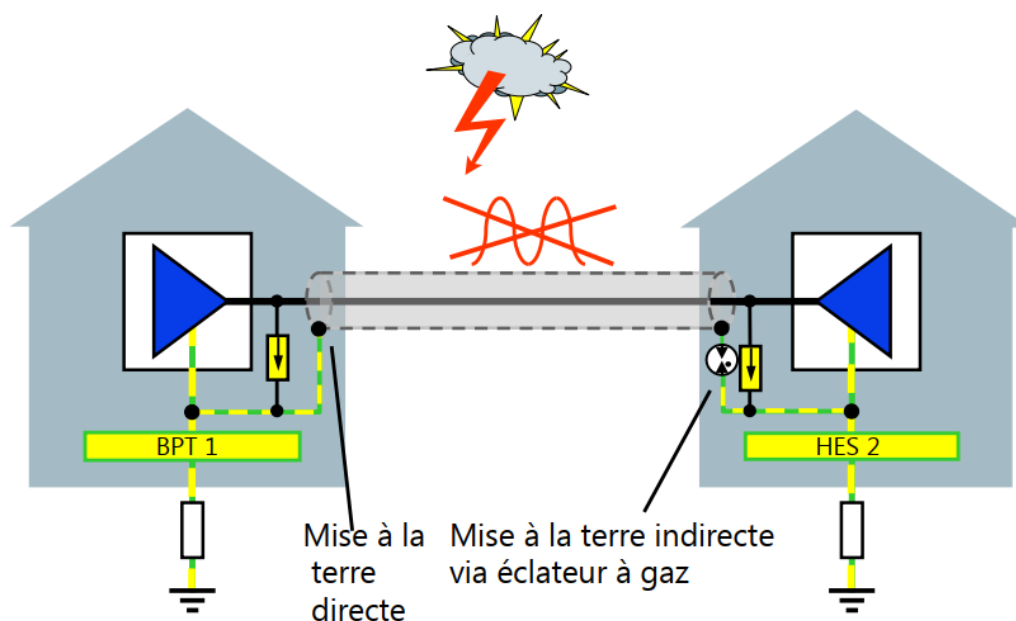


Figure 6 : Ajout d'un éclateur supplémentaire