

Phase 2 : VRD, CES et pièces écrites -Etape 2 -CES/ Paratonnerre- Parafoudre
Cours /orientations diffusé via plateforme ZOOM le 08/05 à 15h

1- Qu'est-ce que le paratonnerre ? Qu'est-ce qu'un parafoudre ?
Quel est leur rôle et leur principe de fonctionnement?

Le **paratonnerre** (fig.1) est un dispositif conçu **pour faire écouler à la terre le fluide électrique** contenu dans le **nuage orageux** et ainsi **empêcher la foudre de tomber**. A ne pas confondre avec le **parafoudre** (fig.1), dispositif aussi de protection contre la foudre mais ne protègent pas exactement la même chose que le paratonnerre, il protège les appareils électriques (Tableau 1).

Dispositifs	Définition	Rôle/fonctionnement
Un paratonnerre	C'est un appareil qui a <u>pour fonction de protéger le bâti</u> c-a-d la structure du bâtiment contre les coups directs de la foudre, en canalisant les charges électriques vers le sol.	Son rôle n'est pas d'attirer la foudre vers lui, mais de <u>la capter et de canaliser de manière sûre</u> la décharge de la foudre au sol, lorsqu'elle se trouve dans un rayon proche. Ceci permet donc d'éviter qu'elle ne tombe n'importe où et occasionne des dégâts.
Le parafoudre (ou parasurtenseur)	C'est un dispositif qui <u>protège les installations électriques ou électroniques, lignes de télécommunications, par conséquent les appareils électriques</u> qui y sont reliés, contre les surtensions en général qui peuvent avoir ...	Il sert à <u>couper le circuit électrique</u> , quand une surtension apparaît sur le réseau et il dirige le courant excédentaire vers la terre. Il <u>fonctionne comme un interrupteur</u> . Il est indispensable quand la zone est fréquemment frappée par la foudre.

Tableau 1 : Différence entre paratonnerre et parafoudre



Le paratonnerre doit toujours s'installer sur la partie la plus élevée de l'édifice ou la structure à protéger.

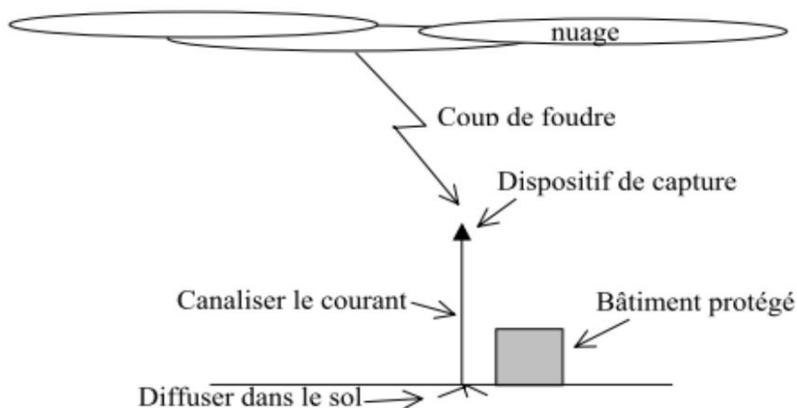


Le parafoudre est un dispositif installé sur un circuit électrique (tableau électrique).

Fig. 1 : Paratonnerre et parafoudre

2-Comment fonctionne un parafoudre et un paratonnerre?

- Principe d'une protection par paratonnerre (fig.2).

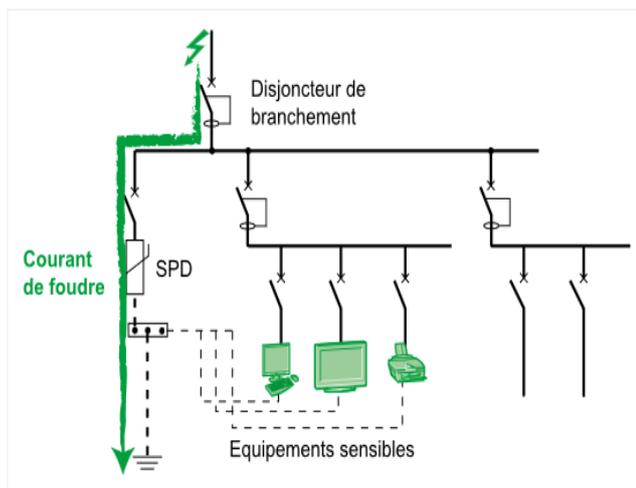


La structure d'un paratonnerre est composée d'une tige placée en hauteur puis connectée à la terre par un ou plusieurs éléments métalliques appelés conducteurs de descente, capables de conduire cette électricité.

Fig.2: Principe d'une protection par paratonnerre

https://www.researchgate.net/figure/Principe-d'une-protection-par-paratonnerre_fig1_295401104

- Principe d'une protection par parafoudre (fig.3).



Ce dispositif est connecté en parallèle sur le circuit d'alimentation des récepteurs qu'il doit protéger.

Il peut aussi être utilisé à tous les niveaux du réseau d'alimentation.

Fig.3 : Principe de protection par un parafoudre

https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Le_parafoudre

3- Quels sont les types de paratonnerre et parafoudre ?

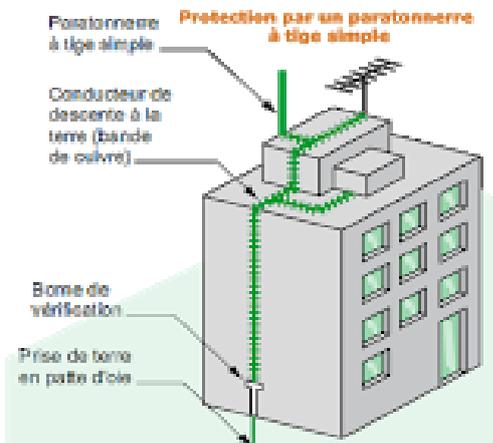
A- Types de paratonnerre

Il existe quatre (04) types de paratonnerres: **1-Paratonnerre à tige simple (PTS)**; **2-Paratonnerre à cage maillée (cage de Faraday)**; **3-Paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA)**; **4- Paratonnerre à fils tendus**.

Nota : Les trois premiers sont les plus courants.

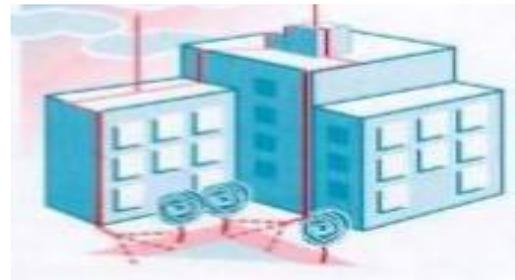
• **Paratonnerre à tige simple ou pointe de Franklin (protection non isolée)** (fig.4)

Encore appelée pointe, c'est la partie qui capte la foudre, avant qu'elle ne soit ensuite déchargée vers la terre.



Ce type d'installation consiste en la mise en place d'un ou plusieurs paratonnerres à tiges pour un bâtiment (fig.4), érigés en partie haute des structures à protéger.

Un Paratonnerre à tige simple (PTS) en inox ou en cuivre doit dépasser de 2m minimum les points hauts du bâtiment.

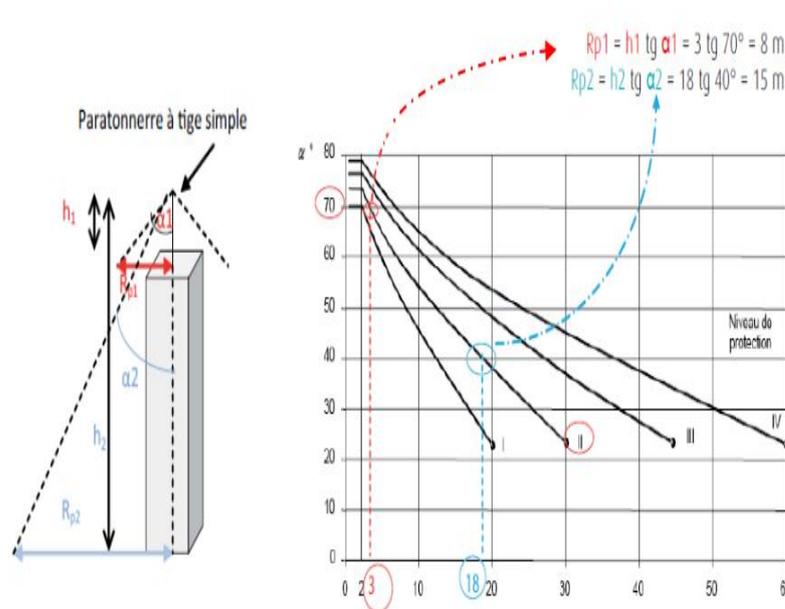


Il est composé d'une tige métallique effilée d'une hauteur de 2 à 8 mètres de haut dominant la structure à protéger, reliée deux conducteurs (minimum) de descente et à deux prises de terre. Il est réservé à la protection de petites structures.

Placé le plus haut possible d'un édifice, le parafoudre offre une zone de protection d'autant plus étendue.

Fig. 4: Un paratonnerre à tige simple (PTS) ou plusieurs pour le bâtiment.

Source : Qualifoudre - installations parafoudres & parafoudres -vérification



Le nombre de points, leur hauteur, et leur emplacement sont en fonction du bâtiment et du niveau de protection souhaités, définis par l'analyse du risque foudre.

La norme NBN EN 62305 Protection contre la foudre retient quatre niveaux de protection (I,II, III et IV) pour les structures. Le niveau de protection le plus élevé est le niveau I et le plus faible, le niveau IV (fig.5).

Fig.5 : Méthode de la détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection.

Source: manche.gouv.fr

En fait, le volume protégé par une tige de capture verticale est censée avoir **la forme d'un cône droit** ayant pour **axe la tige de capture**, de **demi-angle α** et de **la hauteur de la tige** (fig.6).

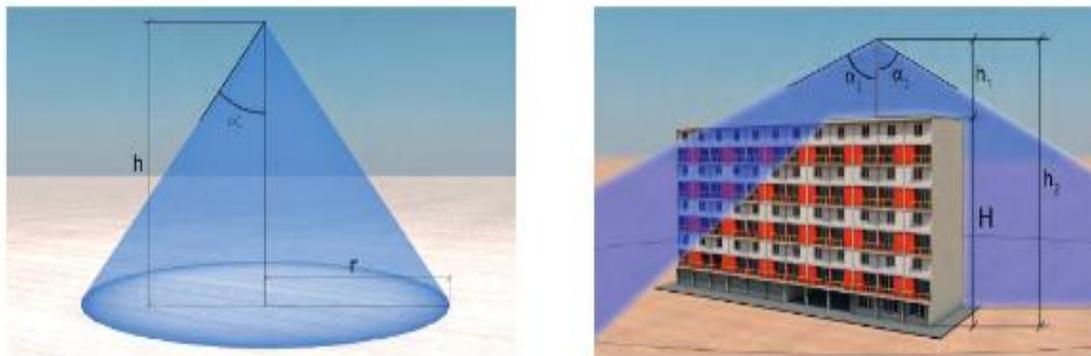
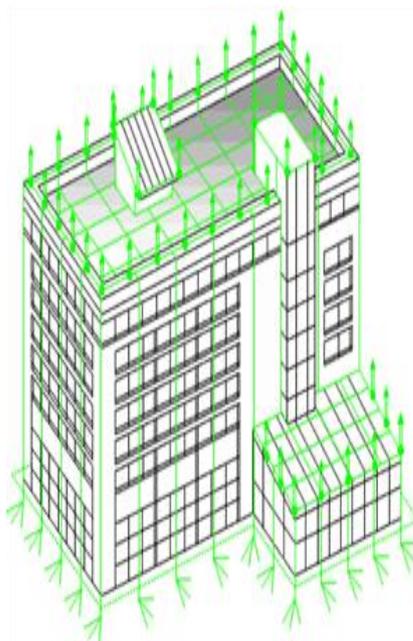
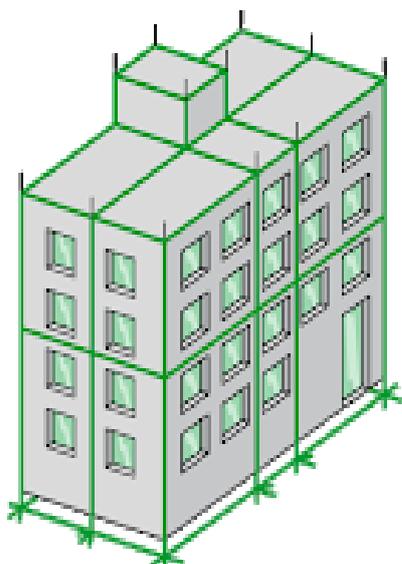


Fig.6 : Volume protégé par une pointe verticale.

source : <https://www.ingesco.com/sites/default/files/catalog/01-Protection-externe-contre-la-foudre-FR.pdf>

• **Paratonnerre à cage maillée (cage de Faraday)** (fig.7)

Protection contre la foudre utilisant le principe de la cage maillée (cage de Faraday)



La protection par cage maillée consiste en la réalisation sur le bâtiment d'une cage à mailles reliées à des prises de terre.

Le système à cage maillée répartit l'écoulement des courants de foudre entre les diverses descentes, et ceci d'autant mieux que les mailles sont plus serrées.

Fig.7 : Paratonnerre à cage maillée.

Source : Energiedelafoudre.emonsite.com & earlystreameremission.com

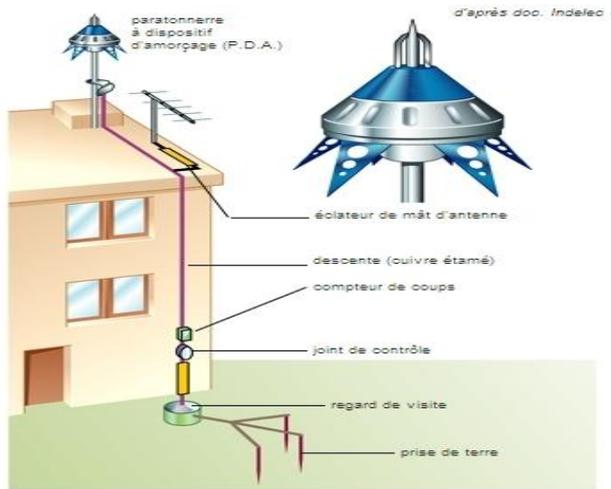
La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment (Tableau 2).

Niveau de protection	Taille des mailles en toiture (m)	Distance moyenne entre 2 descentes (m)
I	5 x 5	10
II	10 x 10	10
III	15 x 15	15
IV	20 x 20	20

Tableau 2 : Largeur des mailles et distances habituelles entre les descentes et le ceinturage en fonction du niveau de protection.

Source : Qualifoudre - installations parafoudres & parafoudres -vérifications

• **Paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA) (fig.8)**



Le fonctionnement de ce dispositif se base sur les caractéristiques électriques de la formation de la foudre.

Le Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage émet un traceur ascendant continu avec un temps d'avance, pour anticiper la descente de la foudre et la capter avant tout autre objet situé dans son rayon de protection.

Fig.8 : Paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA)

Source : Larousse.fr

• **La foudre et le traceur ?**

-La Foudre : désigne la **décharge électrique aérienne**, qui s'accompagne d'une vive lumière que l'on nomme **éclair**, et d'une détonation (**tonnerre**). La foudre se produit entre un nuage électrisé et la terre ou entre des nuages d'orage.

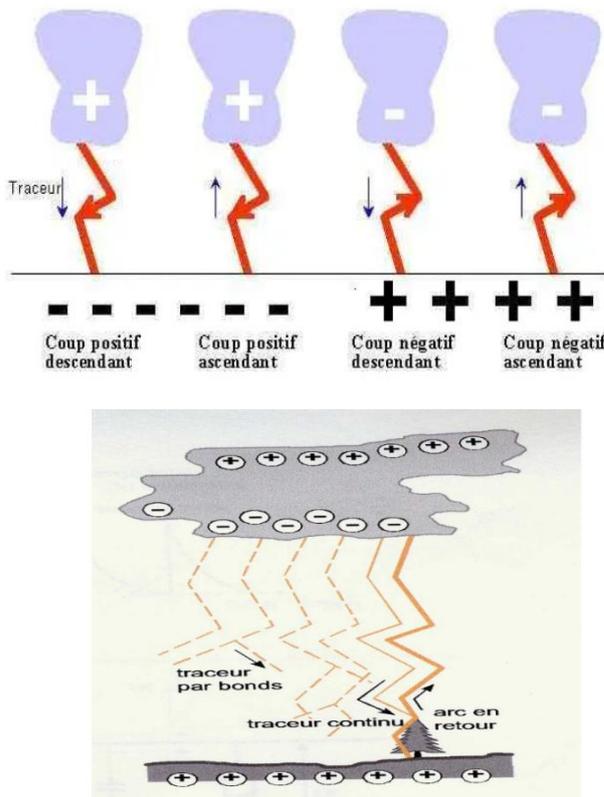


Fig.9: Traceur ascendant, descendant et traceur par bond

Source : Daas Abdelhakim, "contribution à l'amélioration de la protection contre les surcharges atmosphériques" mémoire magister, option : électromécanique), Université Badji mokhtar -annaba .

La 1ere phase d'un coup de foudre est la formation d'une pré décharge peu lumineuse : "**le traceur**" (fig.9).

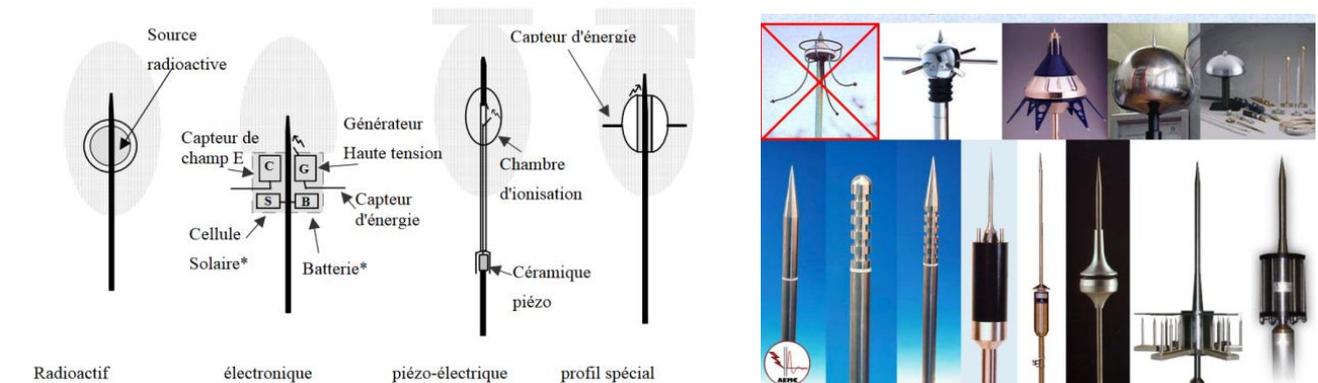
La foudre débute par un traceur descendant qui se propage dans toutes les directions. Une fois qu'il s'approche des objets au sol, n'importe lequel d'entre eux peut être touché.

Quand le traceur touche le sol, les charges électriques remontent le canal : ce sont les éclairs.

Dès que la tête d'un traceur descendant (coup de foudre descendant) s'approche du sol, une liaison nuage-sol s'établit avec les effluves électrostatiques (effet couronne) du sol. Il se produit, alors, un traceur ascendant (coup de foudre ascendant) du sol vers le nuage : c'est le phénomène d'amorçage.

Un traceur par bonds sort d'un nuage orageux afin de se diriger vers le sol avec une suite de bonds. Au fur et à mesure que l'éclair se rapproche du sol, sa charge négative attire irrésistiblement les charges positives en provenance du sol (fig.9).

A l'aide de **ses pointes actives** le paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA) repose sur la théorie scientifique « de l'avance à l'amorçage » pour capter la foudre. Ce dispositif d'amorçage permet d'accroître la distance d'amorçage en générant un **traceur ascendant précoce surnaturel** (par rapport au traceur ascendant naturellement qui ne capte pas la foudre) et ainsi la zone ou rayon de protection du paratonnerre.



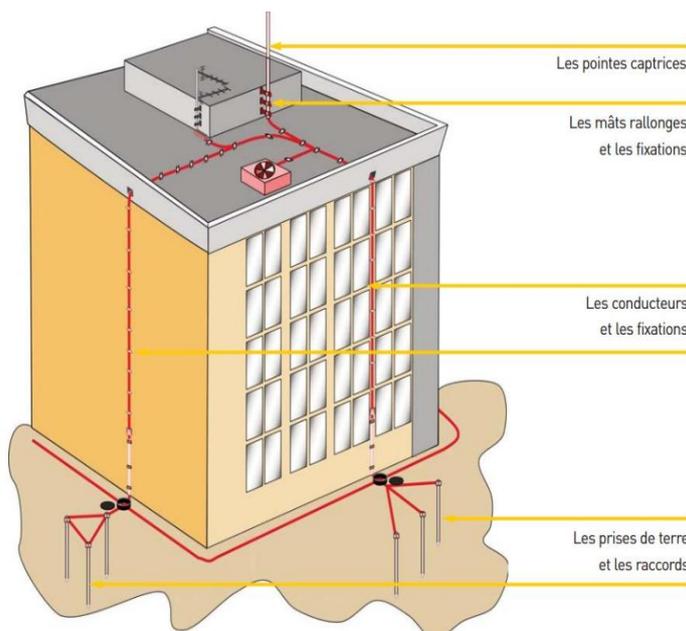
source : <https://studylibfr.com/doc/4101845/etude-des-paratonnerres-%C3%A0-dispositif-d-amor%C3%A7age>

Source : slideplayer.fr

Fig.10: Quelques modèles de pointes actives.

Parmi ces pointes (capables de résister au courant de foudre dépassant parfois plus de **100 000 ampères**), certaines ont été interdites (pointe radioactive), d'autres ont été innovées (pointe connectée).

• Configuration générale de l'installation PDA (fig.11)



La pointe PDA doit toujours être placée de manière à ce que son extrémité dépasse de 2m au moins tout élément du bâtiment qu'il protège.

Le **rayon de protection** est obtenu pour une élévation de 5m au dessus de la zone à protéger (augmentation du rayon peu significative).

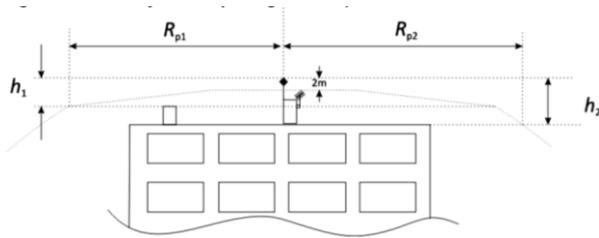
Nombres de conducteurs de descente ?

Les normes NFC 17102:2011, UNE 21186:2011 et NP4426:20131 indiquent que chaque PDA doit être connecté à au moins deux conducteurs de descente.

Fig. 11: Configuration générale de l'installation PDA

Source:<https://adee.fr/SITE%20INTERNET%20RESSOURCES/Documentations/AP/PA0301NU.pdf>

-Rayon de protection PDA selon la méthode de la sphère fictive (fig.12, Tableau 3)



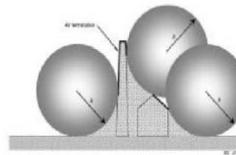
Lorsqu'une structure possède une hauteur supérieure à celle indiquée (Fig.5), la méthode de l'angle de protection ne peut pas être appliquée .

La norme CEI-62305-3 stipule qu'il faut utiliser la méthode de la sphère fictive (applicable à tout type de bâtiment) ou la méthode des mailles quand la surface est plane (fig.13).

Rayon de la sphère fictive : valeur prédéterminée par la norme selon le niveau de protection applicable.

Comme pour le PTS, le rayon de protection PDA (Tableau 3) dépend aussi du niveau de protection (I, II, III ou IV , définis précédemment (selon les normes de l'analyse de risque) .

Méthode de la sphère fictive



Niveau de protection	Rayon de la sphère fictive (m)
I	20
II	30
III	45
IV	60

Fig.12- Méthode de la sphère fictive et rayons retenus

source : <https://www.ingesco.com/sites/default/files/catalog/01-Protection-externe-contre-la-foudre-FR.pdf>

En appliquant cette méthode (méthode de la sphère fictive) , le positionnement de ce dispositif est approprié si aucun point à protéger n'est en contact avec le rayon de la sphère r roulant sur le sol, autour et sur la structure dans toutes les directions possibles.

= les zones d'impact probables sont déterminées en faisant rouler la sphère fictive sur le sol (fig.12a).

C'est pourquoi il convient que la sphère ne touche que le sol et ou le dispositif de capture. Il y a lieu **que le rayon de la sphère fictive** soit conforme au niveau de protection choisi du système : **20, 30, 45, 60** (fig.12, tableau 3.)

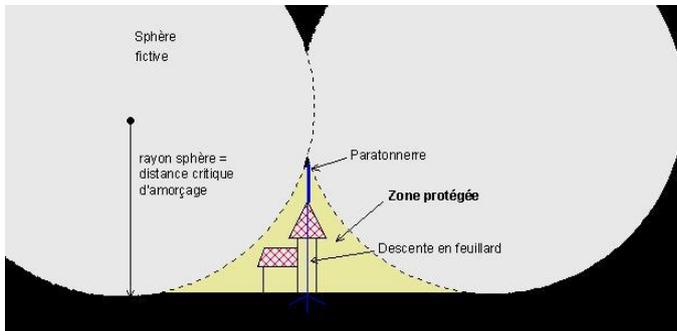


Fig.12a : Zone protégée et zones d'impact déterminées par les sphères fictives.

source : docplayer.fr

Méthode de protection		
Classe de SPF	Rayon de la sphère fictive r (m)	Taille des mailles W _m (m)
I	20	5 x 5
II	30	10 x 10
III	45	15 x 15
IV	60	20 x 20

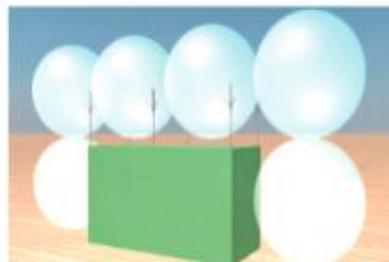


Fig.13 : Méthode des mailles , rayons de protection (sphère fictive, Protection du volume).

Source : ingesco.com

Rayons de protection des PDA												
H *	I			II			III			IV		
	30	45	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60
2	11,4	15	19,2	13,2	16,8	21	15	19,2	24	16,8	21,6	26,4
3	16,8	22,8	28,8	19,8	25,2	31,2	22,8	28,8	35,4	25,2	34,2	39
4	22,8	30,6	38,4	26,4	34,2	41,4	30	39	46,8	34,2	43,2	52,2
5	28,8	37,8	47,4	33	42,6	51,6	37,8	48,6	58,2	42,6	53,4	64,2
6	28,8	37,8	47,4	33	42,6	52,2	38,4	48,6	58,2	43,2	54	64,8
8	29,4	38,4	47,4	33,6	43,2	52,2	39,6	49,8	59,4	45	55,2	65,4

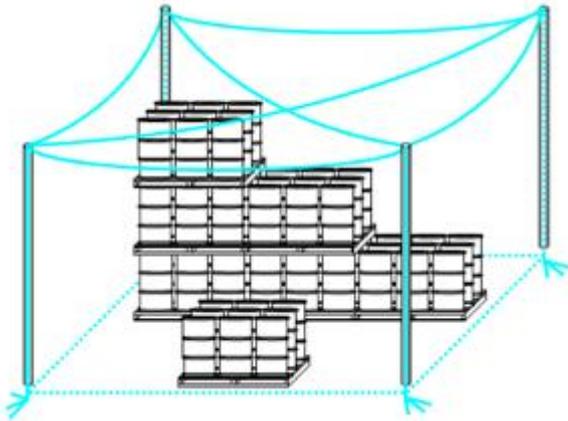
* H = Hauteur de la pointe (m) au dessus de la surface à protéger

Nota : le tableau ci-dessus tient compte du coefficient de réduction de 40 % appliqué aux rayons de protection des PDA, conformément à la circulaire du 24 Avril 2008 concernant les ICPE.

Tableau 3 - Rayon de protection des PDA en fonction de la hauteur du paratonnerre, de l'avance à l'amorçage (rayon) et du niveau de protection.

Source : Qualifoudre - installations parafoudres & parafoudres -vérifications.

• Paratonnerre à fil tendu (protection isolée)



Ce système est composé d'un ou plusieurs fils conducteurs tendus au-dessus des installations à protéger.

Les conducteurs doivent être reliés à la terre à chacune de leur extrémité.

L'installation de fils tendus nécessite une étude particulière tenant compte notamment de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.

La zone de protection se détermine par application du modèle électro géométrique.

Le nombre et la hauteur des fils tendus doivent être déterminés selon la méthode dite de la sphère fictive telle qu'elle est définie dans la norme NF EN 62305-3, selon un rayon correspondant au niveau de protection à obtenir.

Protection contre la foudre par paratonnerre à fils tendus

Fils de cuivre (diamètre de 35 mm²)

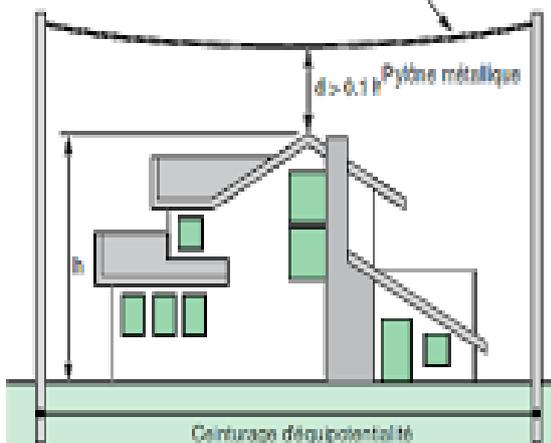


Fig.14: Paratonnerre à fil tendu

source : ioniflash.com & earlystremere mission.com

Nota : la protection isolée peut également être réalisée au moyen d'un ou plusieurs paratonnerres (tige simple ou paratonnerre à dispositif d'amorçage) positionnés sur des mâts situés à proximité de la zone à protéger.

-Comment choisir un paratonnerre?

-Pour une surface des bâtiments importantes , il est conseillé de protéger ces zones à l'aide d'une **protection par paratonnerre à dispositif d'amorçage** car :

- une solution de protection par tiges simples et cages maillées serait complexe à mettre en œuvre et très onéreuse.

- La protection par fils tendus n'est applicable que pour les zones ouvertes ou bâtiment de petites tailles.

B- Types de parafoudre (fig.15)

Selon les normes actuelles, il existe trois (03) types de parafoudre. Leur classification est effectuée selon le lieu d'installation et selon les conditions extérieures (Tableau 4).

Types	Lieu d'installation	Caractéristiques
le parafoudre de type 1 (dit parafoudre d'équipotentialité)	Installé dans des lieux où le risque de foudre est très important. Doit être placé <u>dans le tableau électrique principal en tête d'installation.</u> La norme NF C 15-100 édition 2002, rend obligatoire les parafoudres Type 1 dans les installations équipées de paratonnerres.	Il est caractérisé par une onde de courant 10/350 μ s. Il est capable de dévier l'énergie d'un <u>coup de foudre direct.</u> Il permet donc d'écouler le courant de foudre « en retour » se propageant du conducteur de terre vers les conducteurs du réseau.
Le parafoudre de type 2	Il est la protection principale de toutes les installations électriques basse tension. Il est installé dans chaque tableau électrique, il évite la propagation des surtensions dans les installations électriques et protège les récepteurs	Il est destiné à écouler les courants générés par des <u>coups de foudres indirects</u> Le parafoudre de type 2 sont caractérisés par une onde de courant 8/20 μ s.
Le parafoudre de type 3	Il possède une faible capacité d'écoulement.	Il est donc obligatoirement installé en complément des parafoudres de type 2 et à proximité des récepteurs sensibles. Il est caractérisé par une combinaison des ondes de tension (1,2/50 μ s) et de courant (8/20 μ s).
	Il existe aussi : - des parafoudres Type 1 + type 2 : combinant la protection des récepteurs contre les coups de foudre directs et indirects. -Type 2 déclaré en type 3.	
Nota : Une des caractéristiques essentielles d'un parafoudre est le courant de décharge impulsionnel (Iimp) = la valeur de crête d'un courant de forme d'onde 10/350 μ s que le parafoudre est capable d'écouler 5 fois.		

Tableau 4 : Types de parafoudre et leurs caractéristiques

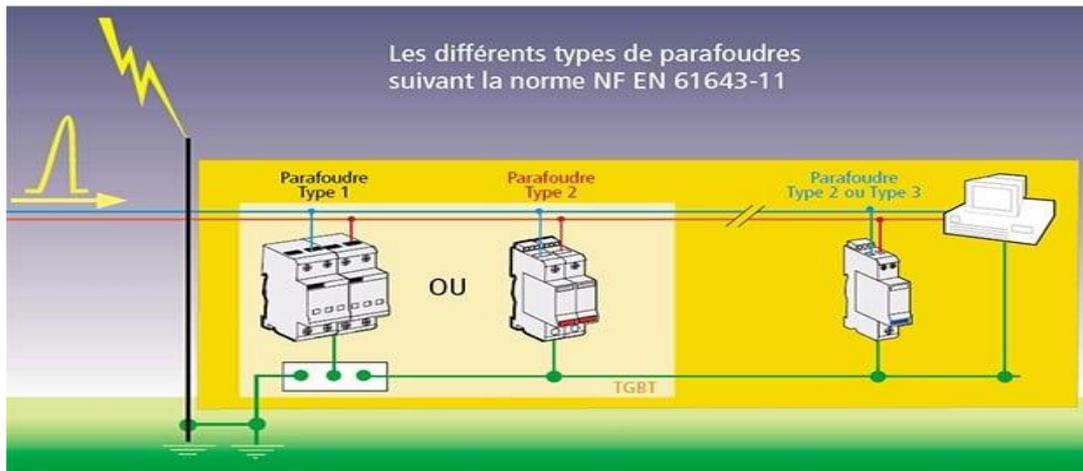


Fig.15 : Les différents types de parafoudres
 Source : belmard-batiment.fr

-Fonctionnement Parafoudre

Le parafoudre fonctionne à peu près **comme un interrupteur** qui, au-delà d'une certaine tension (surtension créée par la foudre) , va laisser échapper, grâce à son dispositif , un courant électrique pour l'amener jusqu'à la terre afin d'éviter qu'il aille **au sein des appareils électriques et électroniques raccordés** et les endommager.

Il doit être protégé par un disjoncteur qui peut être intégré au parafoudre ou pas (fig.16)



Fig.16: Parafoudre avec et sans disjoncteur intégré

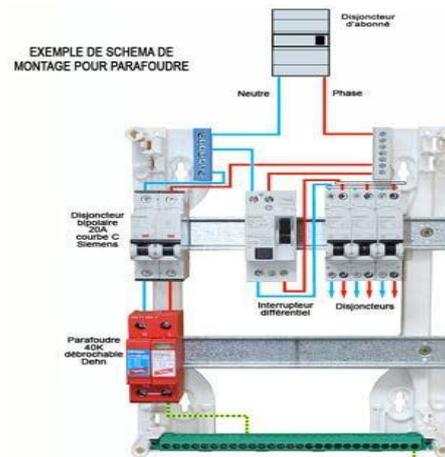
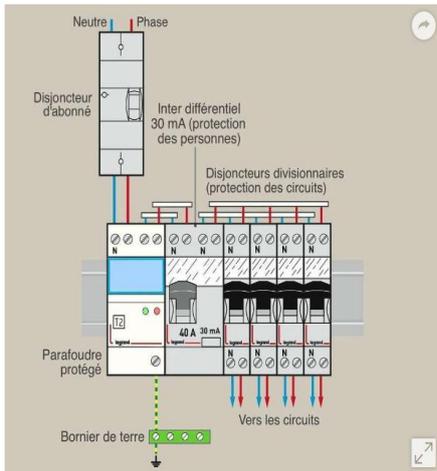
source: <https://www.installation-renovation-electrique.com/parafoudre-norme-installation-branchement/>

-Installation du parafoudre (fig.17, fig.17a)

Le parafoudre s'installe au tableau, entre le disjoncteur principal et les interrupteurs différentiels.

Il doit être installé à moins de 50 cm du bornier de raccordement à la terre.

-Le parafoudre doit s'installer directement en tête de l'installation.

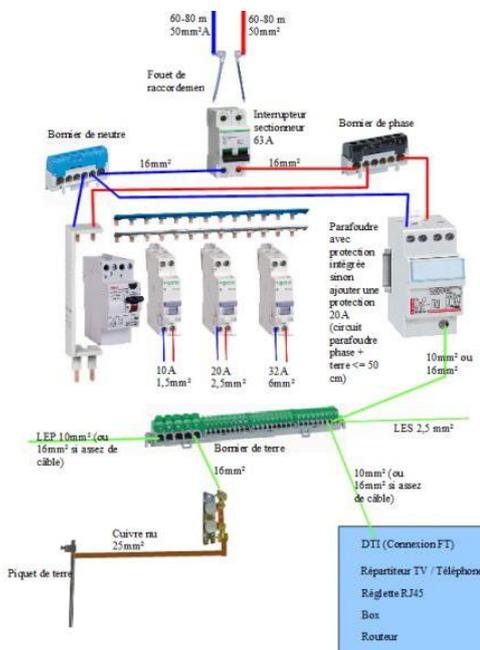


Source : futurascience.com

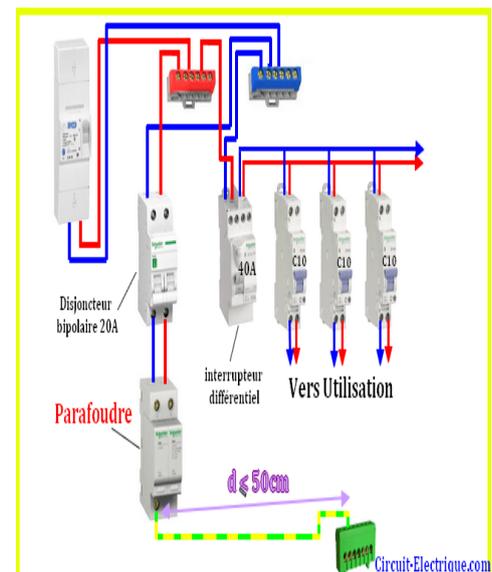
Le parafoudre autoprotégé (fig.16) est alimenté par les deux conducteurs actifs (neutre et phase) sortant du disjoncteur d'abonné (peut être alimenté en réseau triphasé).

Le parafoudre se raccorde à l'aide de peignes à l'interrupteur différentiel et par un câble normalisé jaune-vert au bornier de terre.

Le parafoudre doit être placé dans le tableau électrique principal en tête d'installation.



Source : electroniqueschéma.blogspot.com



Source : circuit électrique.com

Fig.17: Installation parafoudre dans le tableau électrique

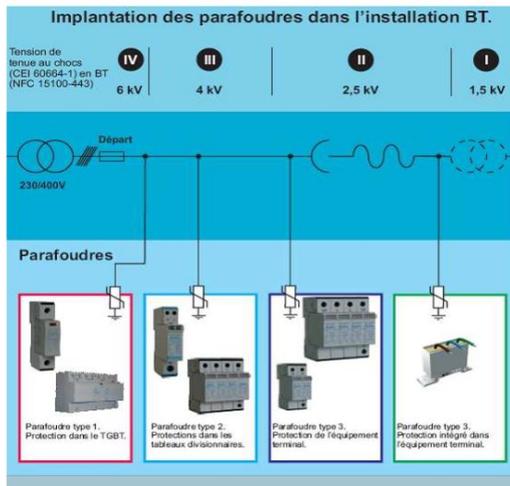


Fig.17a : Implantation des parafoudres selon le type dans l'installation.

Source: http://www.morbihan.gouv.fr/content/download/31040/236590/file/Annexe%20ROUXEL%20_56_%20-%20C3%89tude%20Technique.pdf

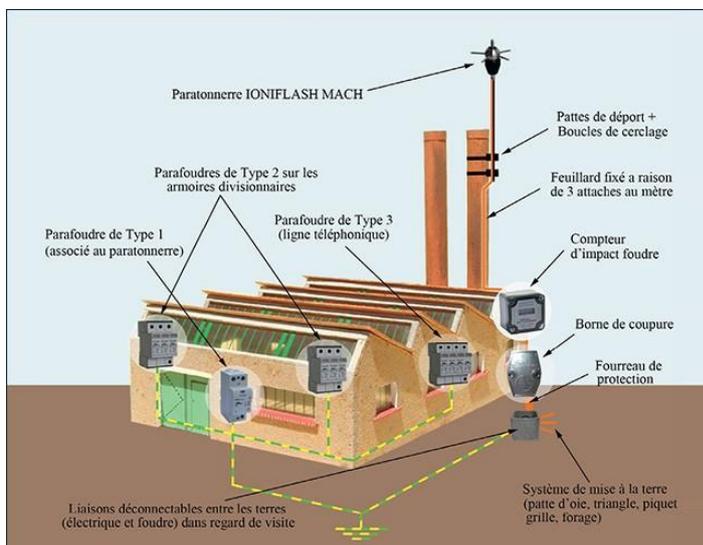
- Quel parafoudre choisir et à quel endroit les installer ?

La protection foudre doit s'appréhender de façon globale. Selon les cas d'application (grand sites industriels, data center, hôpitaux,...), il est nécessaire d'utiliser une méthode d'analyse du risque permettant de guider vers **un choix de protection optimale** (paratonnerre, parafoudres).

Dans les autres cas (habitat, bureaux, bâtiments non sensibles aux risques industriels) il est plus facile de retenir le principe de protection suivant :

- Un parafoudre de Type 2 est installé dans le tableau de tête d'installation électrique. Ensuite, il convient **d'apprécier la distance qui sépare ce parafoudre des équipements à protéger**. Lorsque cette **distance dépasse les 10 mètres**, il convient d'installer un parafoudre complémentaire (Type 2 ou Type 3) à proximité des équipements.

- Association parafoudre et paratonnerre dans un bâtiment (fig.18)



Concernant le paratonnerre, l'utilité d'une installation ou non sera principalement déterminé par votre localisation géographique.

Il est évident que les orages sont bien plus courants en montagne qu'ailleurs. Mais si vous disposez d'un paratonnerre, vous aurez forcément un parafoudre.

Fig.18: Association paratonnerre et parafoudre

source : france-paratonnerres.com

Type de situation	OBLIGATION PARAFoudre
Proximité (- de 50m) ou présence d'un paratonnerre	OUI
Proximité d'une installation de téléphonie mobile (- de 50m)	OUI
Proximité d'une église (- de 50m)	OUI
Proximité d'un édifice métallique, un pont par exemple (- de 50m)	OUI
Zone sensible aux orages (Attention : obligatoire dans le sud est)	OUI
Equipements sensibles aux orages	OUI

Tableau 5: Situation d'obligation de l'installation d'un parafoudre.

Source : <https://travaux.mondevis.com/paratonnerre-parafoudre/>

Le tableau ci-contre indique les obligations de l'installation d'un parafoudre.

A titre indicatif :

Les zones sensibles aux orages sont définies par le **niveau kéraunique** (Nk) correspond au nombre d'orages et plus précisément, au nombre de **coups** de tonnerre entendus dans une zone donnée par année.

La **densité** de foudroiement (Ng) représente le nombre de **coups de foudre** par km² et par an. $Nk/7 = Ng$ (certains documents utilise $Nk/10$).

$Ng \geq 2,5$: zones sensibles (obligation parafoudre).

En Algérie le Nk est de l'ordre de 15 donc, Ng = 2,5.

Les zones les plus sensibles sont les régions montagneuses.

-Installation de la mise à la terre (cf. détails techniques de construction et exemples de plan d'implantation paratonnerre) .

- **Les paratonnerres doivent avoir leur propre prise de terre**, indépendamment de la mise à la terre générale, mais raccordée par un éclateur pour éviter les problèmes de corrosion et réduire les surtensions. Chaque **conducteur de descente doit avoir une prise de terre**, constituée par les éléments conducteurs en contact avec le sol, capables de disperser le courant de foudre dans celui-ci.

-Dans un système de protection contre la foudre, les caractéristiques de l'installation de la mise à la terre sont établies en fonction du résultat du calcul des prises de terre, comme par exemple, **le nombre de piquets requis.**

4- Quelques exemples de plan d'implantation paratonnerre et schéma d'installation parafoudre.

- Plan d'implantation des Paratonnerres

EXEMPLE 1

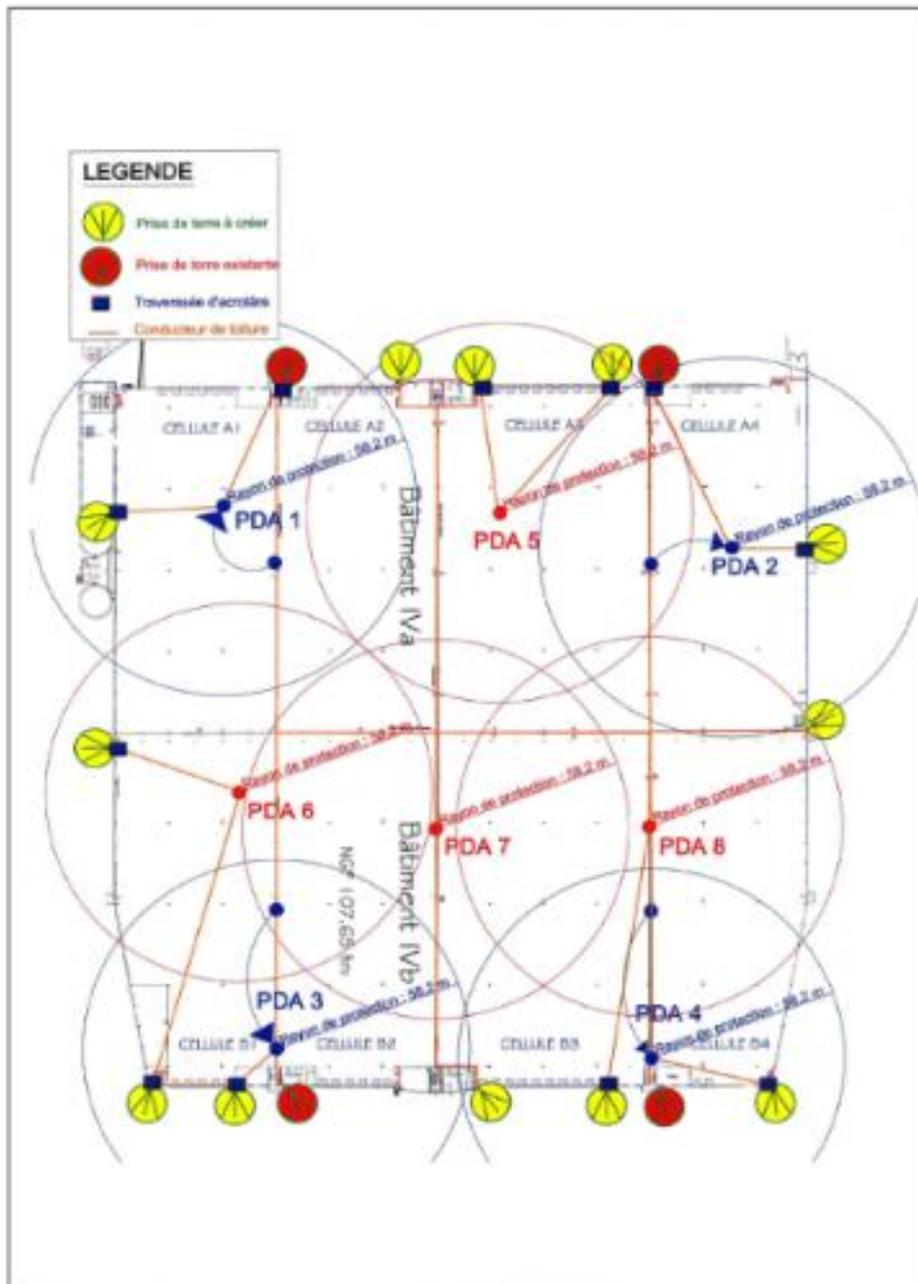


Plan n°2 : Rayon de protection des paratonnerres et cheminement des conducteurs

Légende :			
	Rayon de protection 47,4 m		PDA sur mât de 5 m
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer
	Pointe simple sur les cheminées		

EXEMPLE 2

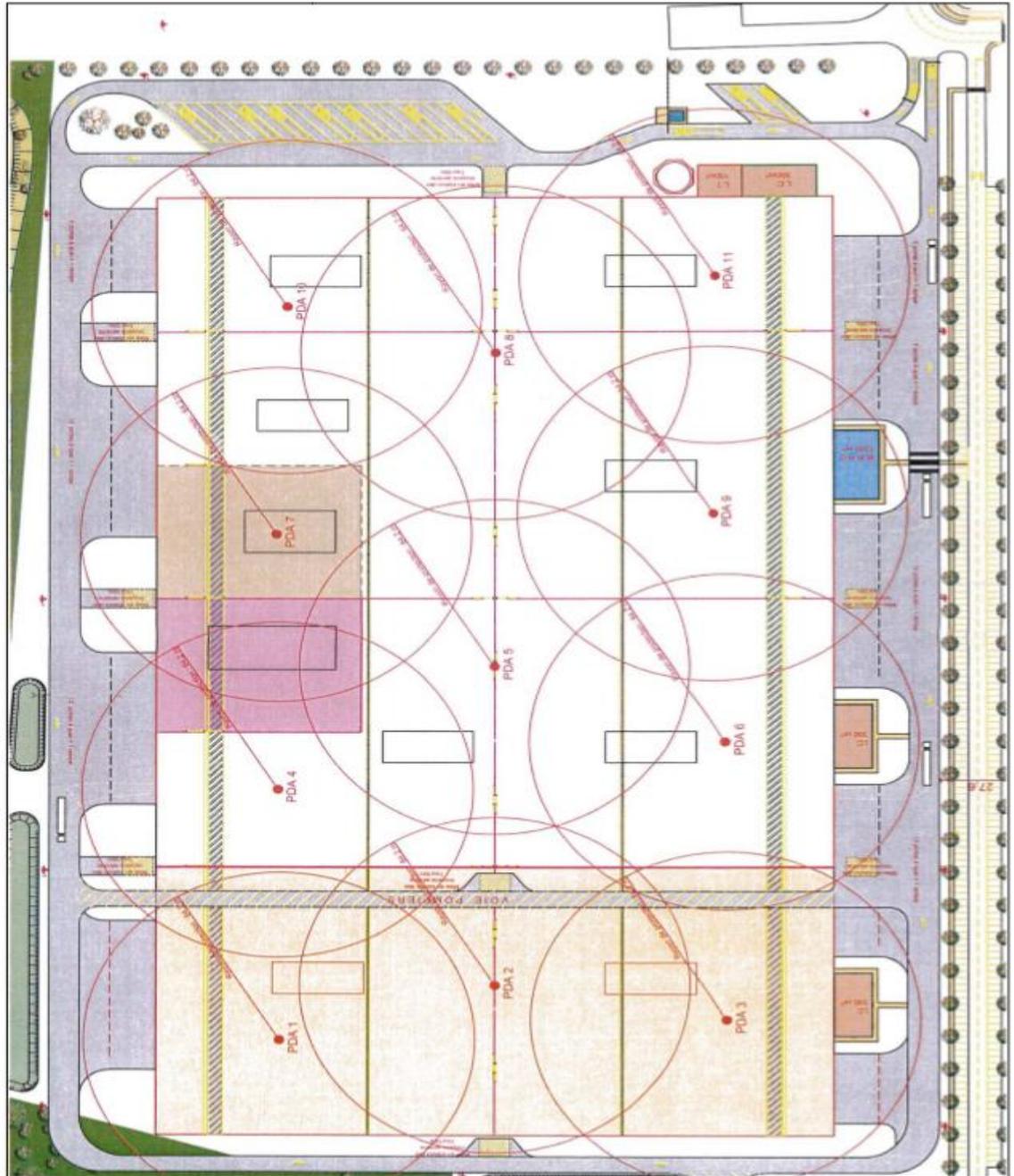
Plan d'implantation paratonnerres



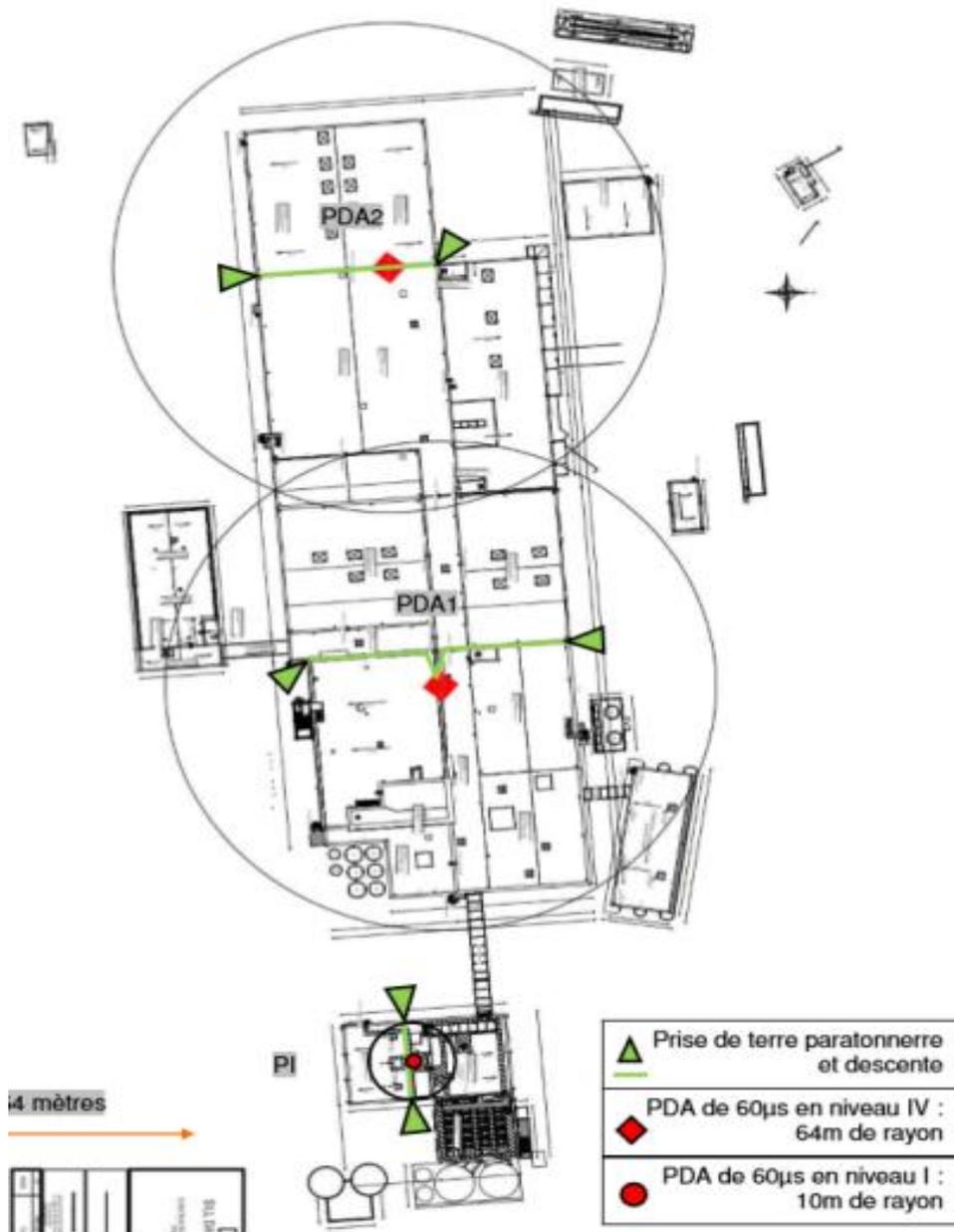
ETUDE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre
266 Avenue Daumesnil - 75012 PARIS - Tél: 01 48 98 96 56 - Fax: 01 48 98 95 59
<http://www.neteis.fr> e-mail: neteis@neteis.fr
Siren: R.C.S. Paris B 477 966 451 - Siret: 477 966 451 00015 - Code APE: 741 G - N° TVA FR 66 477 966 451

EXEMPLE 3

Plan d'implantation des paratonnerres



EXEMPLE 4



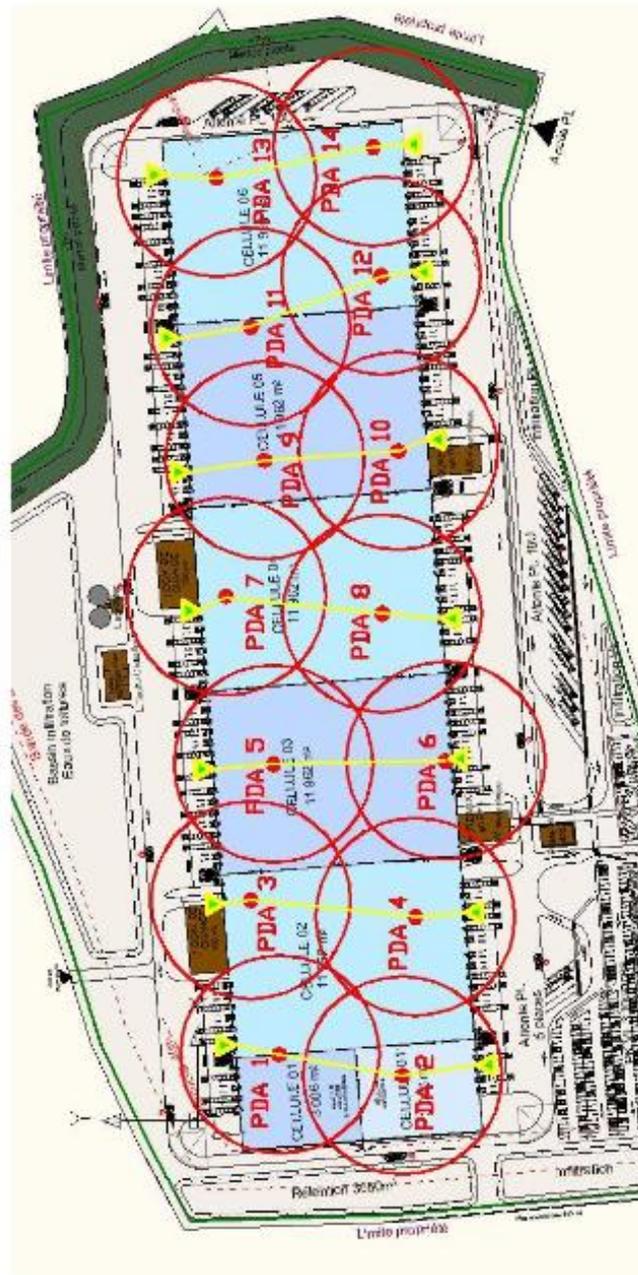
FOUDRE ROLES & MAINTENANCE 03 27 996 389	ARF + ET SUR PLAN SILL DI LANDIVISIAU (29)	12/06/2017	
		Version initiale	Page 30/71

EXEMPLE 5



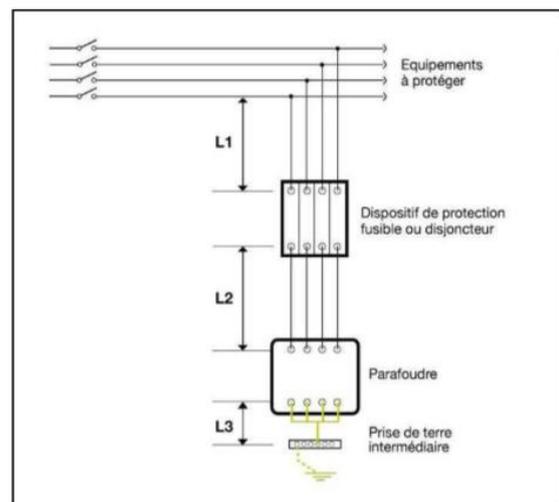
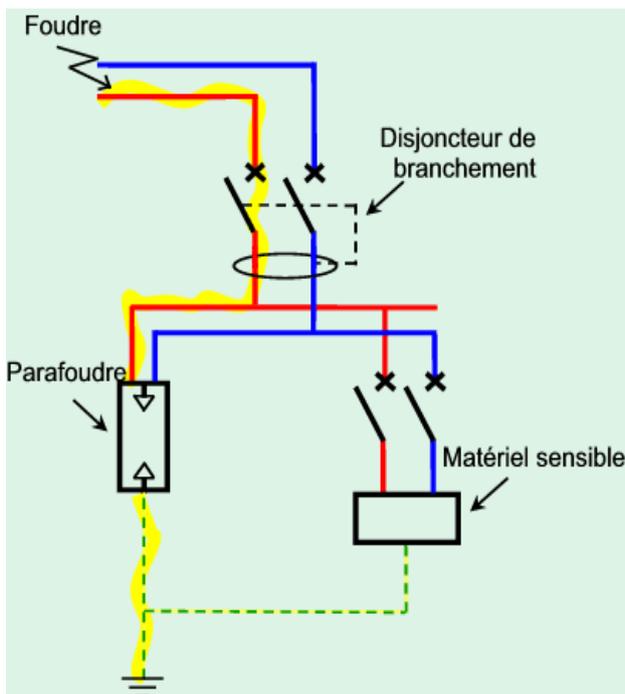
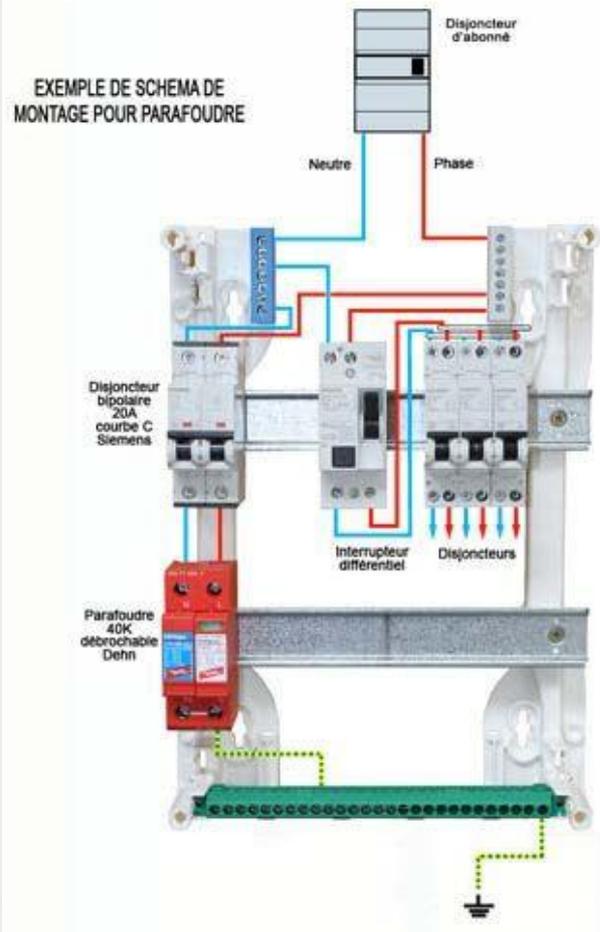
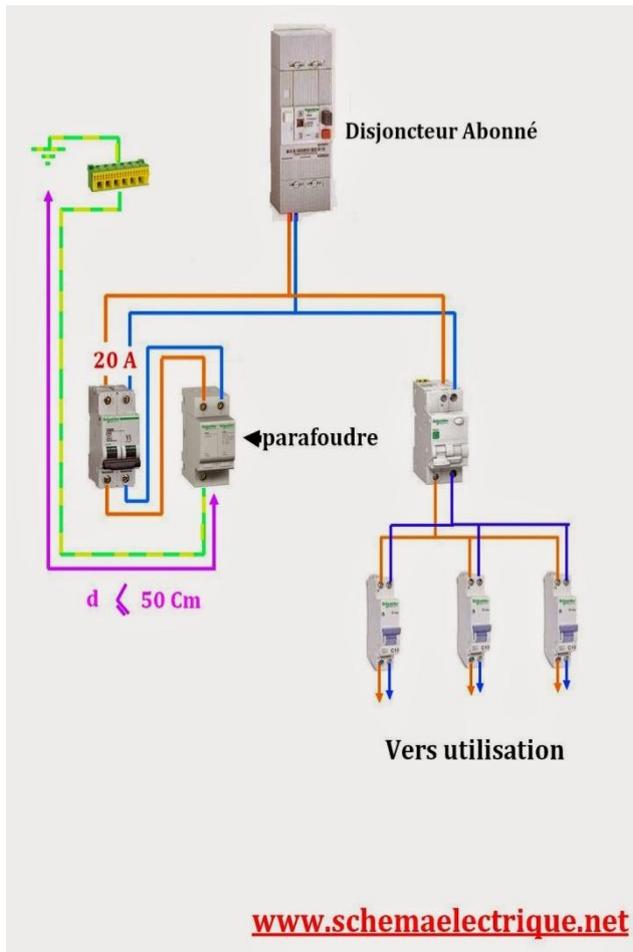
Goodman Brebières
17.09.6187
12

Plan d'implantation des paratonnerres

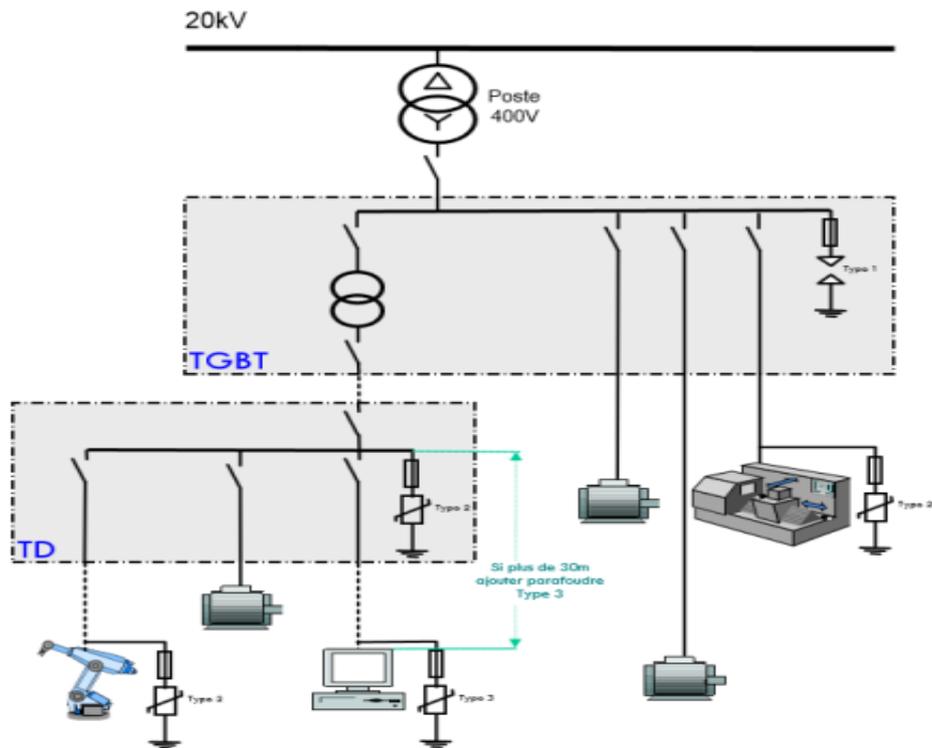


ETUDES • INSTALLATIONS PARATONNERRES & PARAPÔUDRES • VÉRIFICATIONS
70 Avenue du Général de Gaulle - 94000 Créteil - Tél. : 01 60 18 20 10 - Fax : 01 60 18 20 11
E-mail : contact@energiefoudre.com - Internet : <http://www.energie-foudre.com>
SASU au capital 10.000 € - R.C.S Créteil 6 397 672 593 - Siret 397 672 593 00043 - Code APE 4321 A - N° TVA : FR 47 397 672 593

• Protection par parafoudre : Exemples schémas de branchement



Annexe 1 : Schéma type d'une protection par parafoudres



• **Détails techniques de construction**

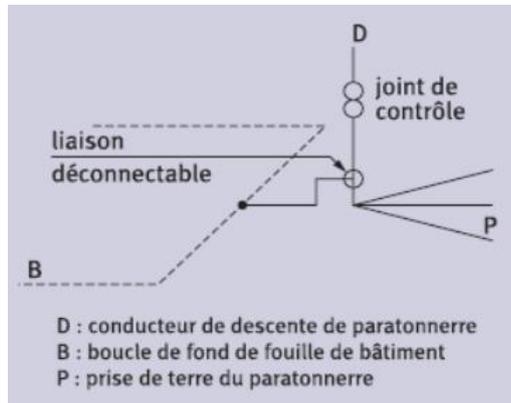
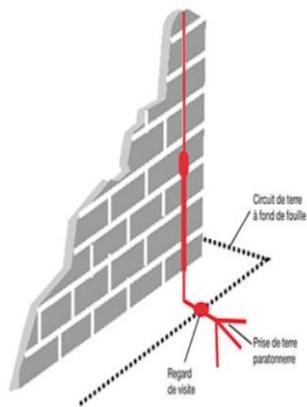
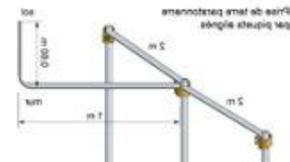
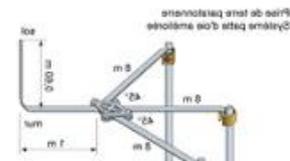
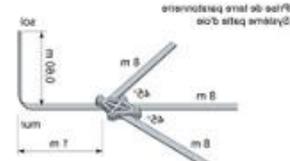
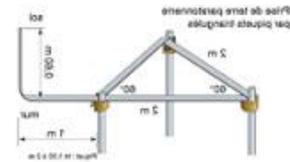
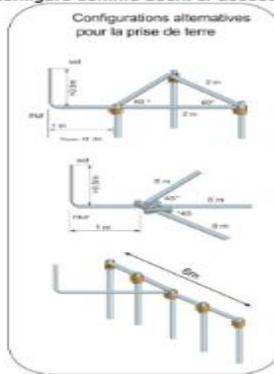
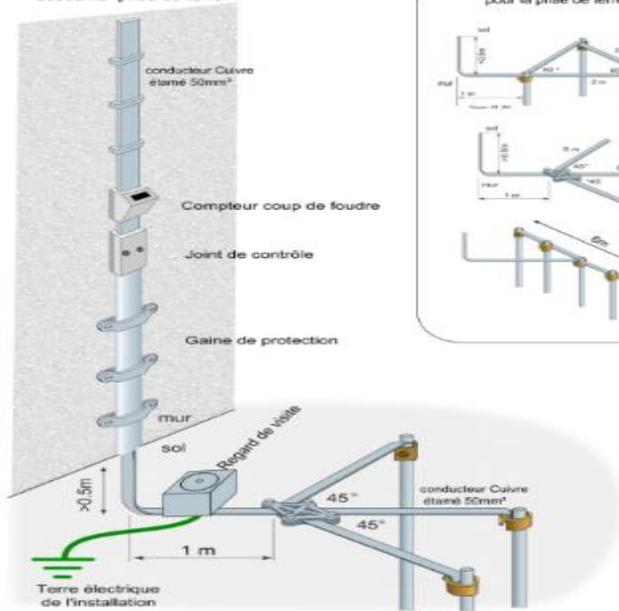
Détails . Prise de terre paratonnerre



Le spécialiste de la protection foudre & surtensions

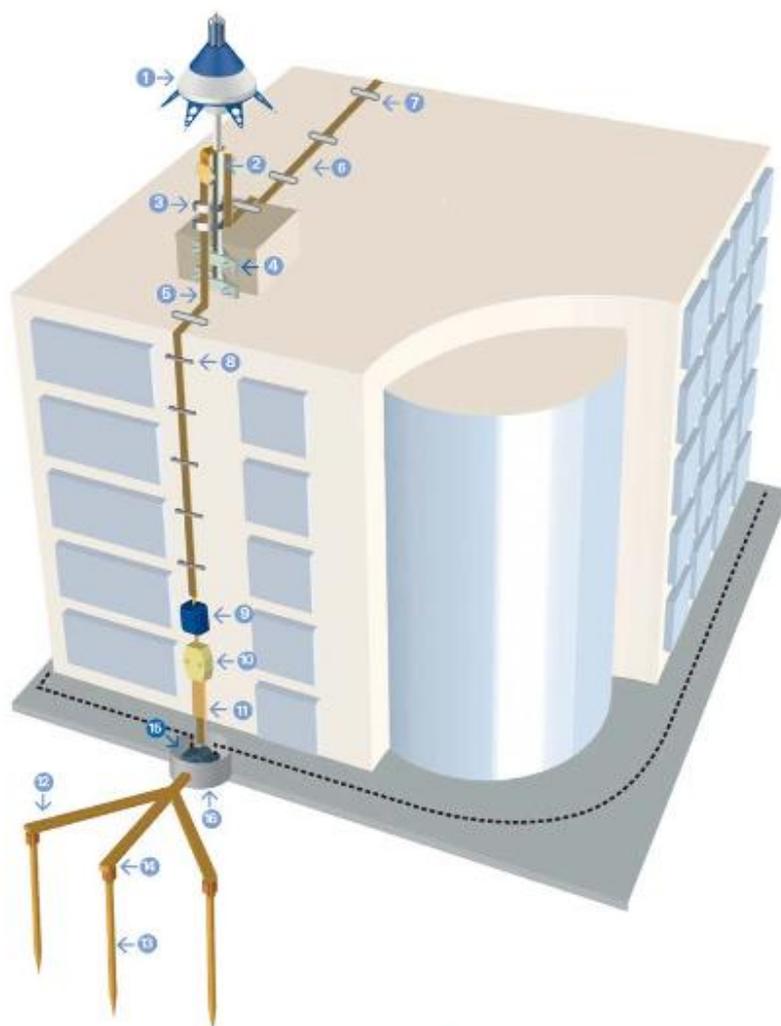
PRISE DE TERRE

Le pied de chaque descente sera habituellement configuré comme décrit ci-dessous :
Configuration classique : descente prise de terre



Amélioration de la prise de terre

Détails Fixation paratonnerre à dispositif d'amorçage.



- | | |
|--|---------------------------------------|
| ① Paratonnerre Prevectorn ; | ⑨ Compteur de coups de foudre ; |
| ② Mât rallonge ; | ⑩ Joint de contrôle ; |
| ③ Collier de maintien conducteur sur mât ; | ⑪ Gaine de protection ; |
| ④ Fixation mât rallonge ; | ⑫ Conducteur prise de terre ; |
| ⑤ 1 ^{er} conducteur de descente ; | ⑬ Piquet de terre ; |
| ⑥ 2 ^{ème} conducteur de descente (normatif) ; | ⑭ Raccordement Piquet/conducteur |
| ⑦ Maintien des conducteurs en toiture ; | ⑮ Liaison équipotentielle entre les p |
| ⑧ Fixation conducteur sur façade ; | ⑯ Regard de visite. |

Références bibliographiques :

- <http://gesnelechaiti-pro.over-blog.com/2016/12/difference-entre-parafoudre-et-paratonnerre.html>.
- https://www.researchgate.net/figure/Principe-dune-protection-par-paratonnerre_fig1_295401104
- https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Le_parafoudre
- Qualifoudre - installations parafoudres & parafoudres - vérification
-manche.gouv.fr
- <https://www.ingesco.com/sites/default/files/catalog/01-Protection-externe-contre-la-foudre-FR.pdf>
- Energiedelafoudre.emonsite.com & earlystremeremission.com
- Larousse.fr
- Daas Abdelhakim, "contribution à l'amélioration de la protection contre les surcharges atmosphériques" mémoire magister, option : électromécanique), Université Badji mokhtar -annaba
- <https://studylibfr.com/doc/4101845/etude-des-paratonnerres-%C3%A0-dispositif-d-amor%C3%A7age>
-slideplayer.fr
- <https://adee.fr/SITE%20INTERNET%20RESSOURCES/Documentations/APP/PA0301NU.pdf>
- <https://www.ingesco.com/sites/default/files/catalog/01-Protection-externe-contre-la-foudre-FR.pdf>
-docplayer.fr
- [ingesco.com](http://www.ingesco.com)
- ioniflash.com & earlystremeremission.com
- belmard-batiment.fr
- <https://www.installation-renovation-electrique.com/parafoudre-norme-installation-branchement/>
- futurascience.com
- electroniqueschéma.blogspot.com
- circuit-électrique.com
- http://www.morbihan.gouv.fr/content/download/31040/236590/file/Annexe%205ROUXEL%20_56_%20-%20%C3%89tude%20Technique.pdf
- france-paratonnerres.com
- <https://travaux.mondevis.com/paratonnerre-parafoudre/>