



PARCS PHOTOVOLTAÏQUES

Protection intégrale contre la foudre





1.Introduction

Les parcs photovoltaïques se composent de nombreux panneaux, posés sur de grandes structures métalliques, situés dans des zones ouvertes normalement exposées aux perturbations électrostatiques produites par les éclairs. Ces équipements impliquent un coût d'installation et d'implantation élevé, aussi il est important de penser leur durée de vie utile à long terme. Pour cela, mais aussi pour des raisons de normes et de sécurité, il est indispensable dans tous les projets de construction de parcs photovoltaïques, d'envisager un système intégral de protection contre la foudre et les surtensions.

Dans ce document, vous trouverez une sélection de mesures à adopter afin de réaliser une correcte protection des installations photovoltaïques selon les normes en vigueur.

1.1. Normes nationales et internationales :

IEC 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Analyse du risque.

IEC 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques des structures et risque humain.

IEC 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques des structures.

UNE 21186:2011: Protection contre la foudre. Paratonnerre avec dispositif d'amorçage.

NF C 17-102:2011: Protection contre la foudre: Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage

IEC 61643-11: Dispositifs de protection contre les surtensions transitoires de basse tension.

IEC 62793:2020: Thunderstorm warning systems. Protection against lightning.

NF EN IEC 62793:2018: Protection contre la foudre - Dispositifs de détection d'orage.



2. Protection externe contre la foudre

Un système de protection externe contre la foudre comprend des dispositifs de capture, de dérivation et de mise à la terre.

La protection externe doit protéger les plaques photovoltaïques, les constructions et tous les éléments, matériel ou humain, qui se trouvent à l’extérieur et sont susceptibles de recevoir un impact direct de la foudre.

Le nombre et le modèle de paratonnerres pour la protection d’une installation photovoltaïque se déterminent à partir du calcul du niveau de protection selon l’analyse du risque publié dans l’Annexe A UNE 21186:2011 / IEC 62305-2.

La protection externe peut se faire avec des paratonnerres à dispositif d’amorçage ou avec des pointes de capture simples.

2.1. Systèmes de capture [Voir la web](#)

Paratonnerres INGESCO PDA [Voir la web](#)

Un ou plusieurs paratonnerres à dispositif d’amorçage (selon la surface à protéger) seront installés et placés sur les structures existentes (cabanes, tours d’illumination, etc.) ou sur des pylônes autonomes installés dans le périmètre du parc. Dans les deux cas, les paratonnerres doivent dépasser de 2 mètres minimum la hauteur maximale des panneaux et éviter qu’ils ne leur fassent de l’ombre.

Paratonnerres PDC mod.	PDA 3.1	PDA 3.3	PDA 4.3	PDA 5.3	PDA 6.3	PDA 6.4
Référence	101000	101001	101003	101005	101008	101009
Δt	15 μs	25 μs	34 μs	43 μs	54 μs	60 μs
NIVEAU I	35 m	45 m	54 m	63 m	74 m	80 m
NIVEAU II	43 m	54 m	63 m	72 m	83 m	89 m
NIVEAU III	54 m	65 m	74 m	84 m	95 m	102 m
NIVEAU IV	63 m	75 m	85 m	95 m	106 m	113 m

Rayons de protection calculés selon la norme UNE 21.186:2011 , NFC 17.102:2011 y NP4426:2013.
(Ces rayons ont été calculés selon une différence de hauteur entre la pointe du paratonnerre et le plan horizontal considéré de 20m).

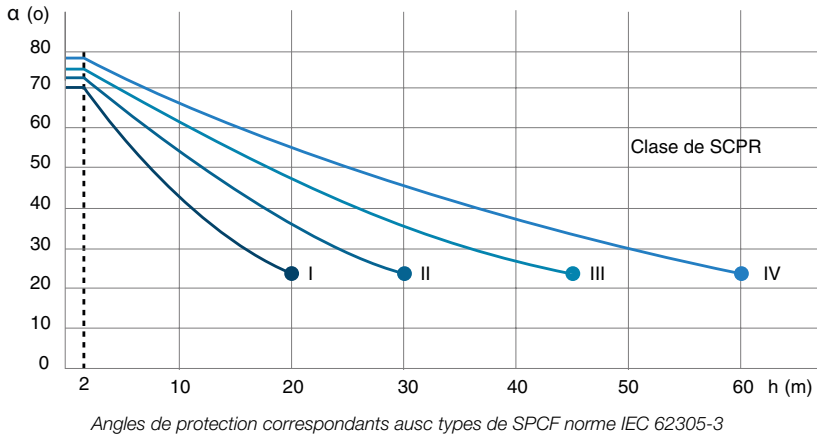


Pointes de capture simples [Voir la web](#)

Un système de protection avec des pointes de capture simples peut être choisi ; il convient cependant d’indiquer que l’effet d’ombre sur les panneaux se produit puisque ce système implique un plus grand nombre de pointes.

Pour la protection par pointes de capture simples il faut déterminer le rayon de protection en fonction du niveau de protection appliqué et la hauteur de la pointe.

Ces pointes peuvent être installées sur les plaques photovoltaïques ou sur le terrain.



2.2. Réseau conducteur [Voir la web](#)

L’installation du paratonnerre doit être connectée avec deux conducteurs de descente, de section et matériel normalisé selon la per **IEC 62561-2**, à ses systèmes respectifs de mises à la terre.

Si un pylône autonome est utilisé pour l’installation du paratonnerre PDA, et selon les indications du paragraphe 5.3.2 de la norme **UNE 21186:2011**, un seul conducteur de descente pour chaque paratonnerre est nécessaire. Ce conducteur de descente pourra passer par l’intérieur du pylône jusqu’à arriver au système de mise à la terre.

Il convient d’installer un compteur de foudre (**CDR-11, CDR Universel**).

2.3. Mises à la terre [Voir la web](#)

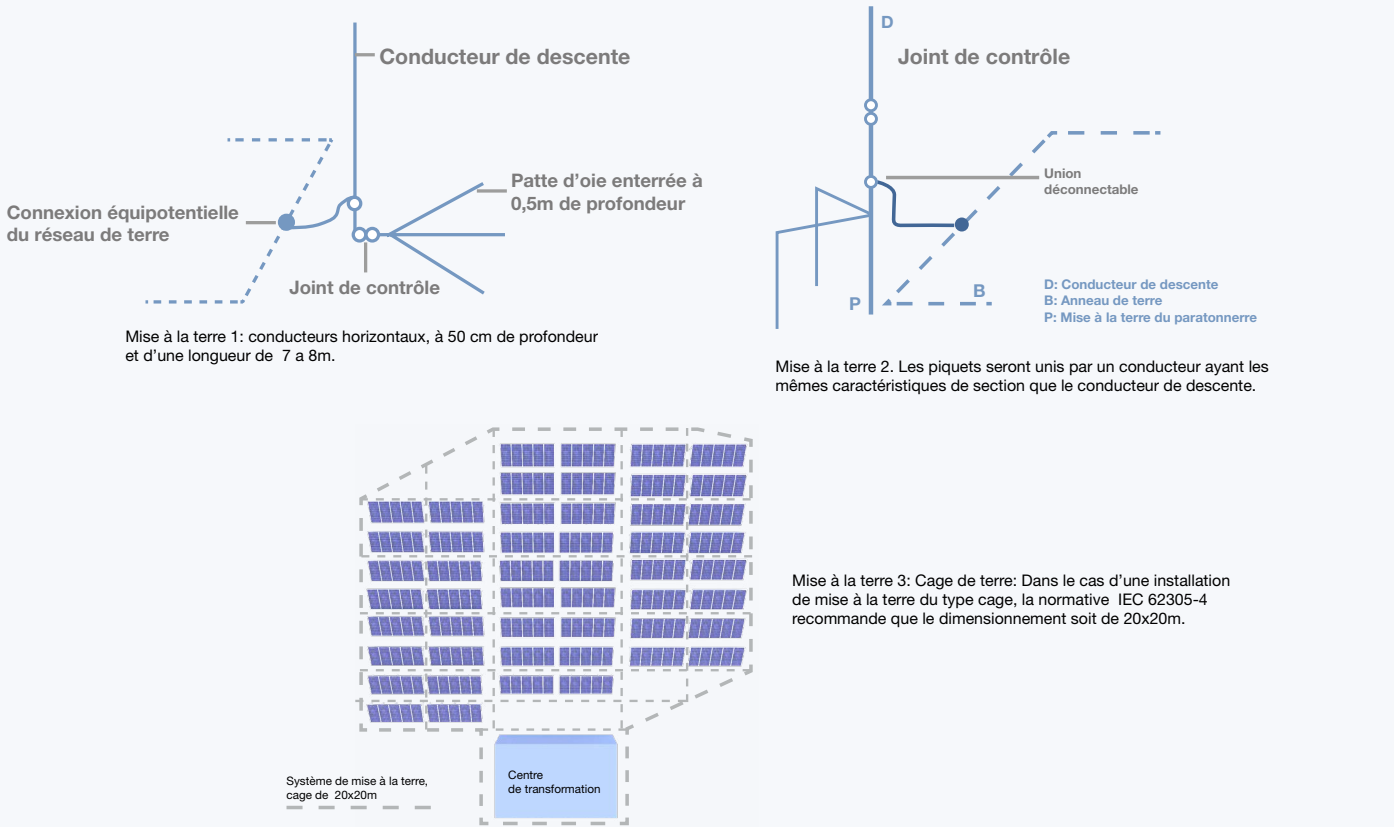
Les mises à la terre sont installées afin de limiter la tension que peuvent présenter, par rapport au sol, les masses métalliques et éviter les différences de potentiel dangereuses permettant le passage à la terre des courants de défaut ou les décharges d’origine atmosphérique.

Les normatives **IEC 62305-3, NF C 17-102:2011 et UNE 21186:2011**, indiquent que les mises à la terre doivent avoir une valeur ohmique inférieure à 10Ω quand se réalise la mesure à basse fréquence isolée de tout élément conducteur.

Il est fortement recommandé de poser des écrans protecteurs aux câble de CC des modules photovoltaïques jusqu’aux inverseurs afin de réduire l’induction dans le système CC. Dans ce cas les écrans doivent être capables de conduire les courants partiels de la foudre et seront connectés par les deux extrémités aux barrettes équipotentielles.

En outre, il est recommandé d’appliquer l’équipotentialité au niveau du sol entre les mises à la terre des paratonnerres et la mise à la terre des panneaux photovoltaïques.

Types de mise à la terre



3. Protection interne contre la foudre

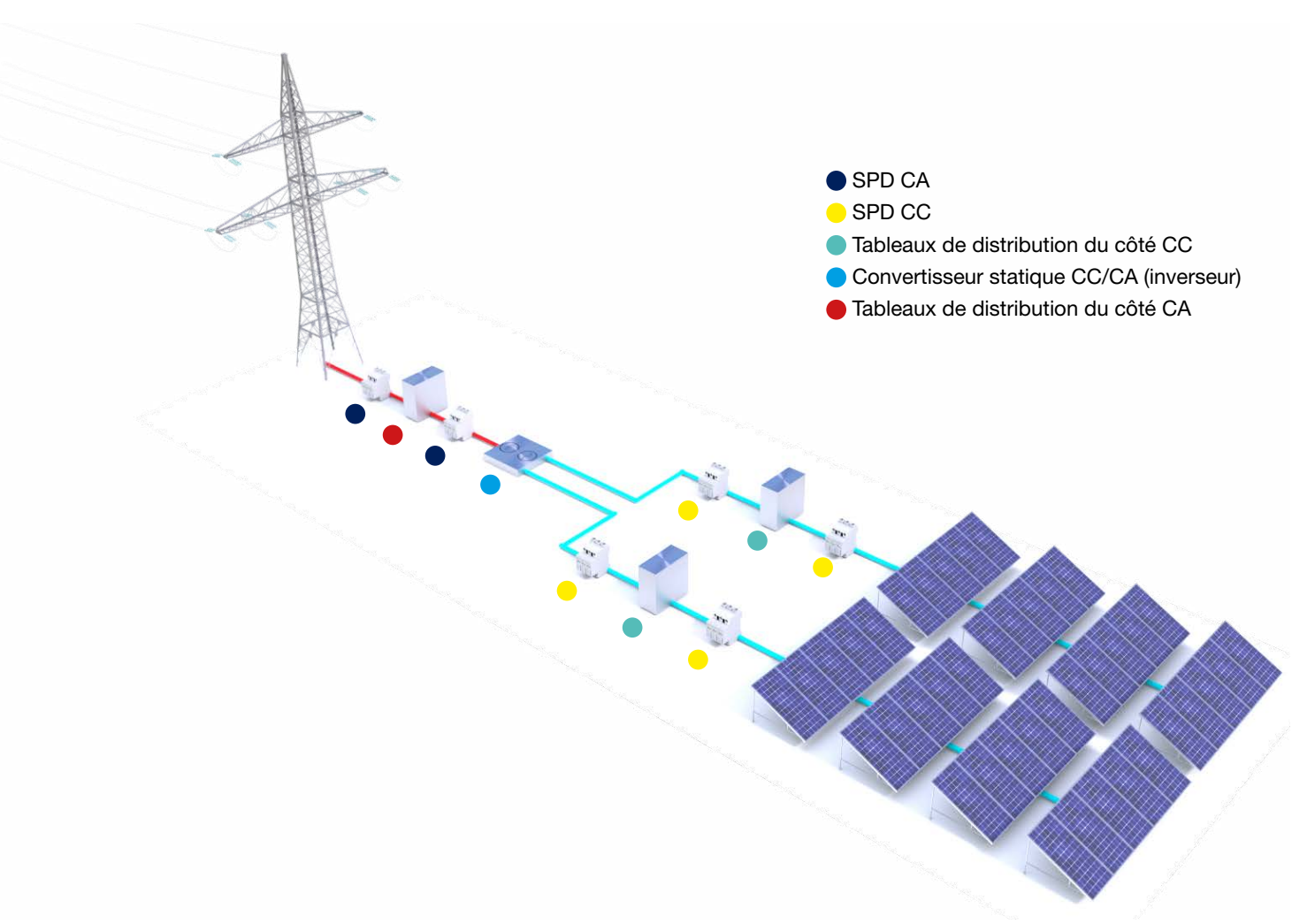
3.1. Surtensions transitoires [Voir la web](#)

Les surtensions transitoires qui apparaissent dans les installations des parcs photovoltaïques sont produites par différents phénomènes et peuvent être :

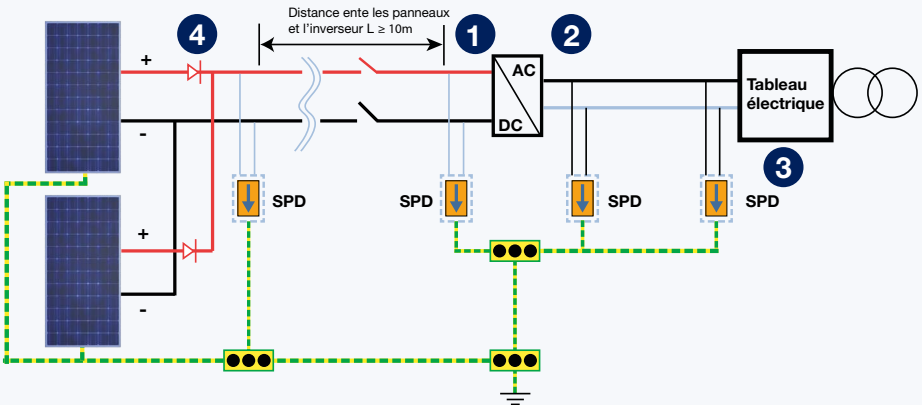
- Dues aux impacts directs de la foudre sur le système de protection externe.
- Dues aux impacts directs et à leurs courants induits et répartis sur le réseau électrique.
- Transmises depuis le réseau de distribution électrique, d'origine atmosphérique ou par commutation sur les lignes.
- Causées par les variations du champ électrique comme conséquence des éclairs.

Dans un système photovoltaïque, le noyau principal est l'inverseur ; aussi, la protection contre la foudre et les surtensions devra se focaliser sur cet équipement. Pour sa correcte protection, il faut installer des parafoudres SPDs du côté CC et du côté CA. Ces parafoudres doivent être en accord avec la norme UNE EN 61643-11 Partie 11: (Dispositifs de protection contre les surtensions transitoires connectés aux systèmes électriques de basse tension. Requis et méthodes d'essais) et être installés selon les spécifications techniques CLC/TS 50539-12:2010: (Low-voltage surge protective devices - Surge protective devices for specific application including d.c. Part 12 Selection and application principles - SPDs connected to photovoltaic installations).

Par ailleurs, les panneaux photovoltaïques et leur structures métalliques devront être intégrées dans le système de mise à la terre.



Chaque fois qu'il y a une installation avec une distance supérieure à 10 m entre les modules et l'inverseur, il faut répéter l'installation des parafoudres SPD's.



Types de protecteurs contre les surtensions (DPS) IEC61643-32:2017			
Situation	Emplacement 3	Emplacement 2	Emplacements 1 et 4
	Sans SPF externe	DPS classe I (IEC61643-11) ou DPS classe II(IEC61643-11)	DPS classe II (IEC61643-31)
	Avec SPF externe avec distance de séparation	DPS classe I (IEC61643-11)	DPS classe II (IEC61643-31)
	Avec SPF externe sans distance de séparation	DPS classe I (IEC61643-11)	DPS classe I (IEC61643-31)

Protectores contra sobretensiones recomendados según tipo de protección externa.
CLS/TS 50539-12 (SPD for specific application including DC – SPD connected to PV installations).

Protecteurs côté CC

SLS-PV1500 V/Y

Ref: 370299



L-N	
U _{CPV}	1500 V DC
I _n	15 kA
I _{max}	40 kA
U _p	6,4 kV
t _a	25 ns

Protecteurs côté CC CA

SLS-B+C100/3+1

Ref: 370214



L-N	NPE
U _n	230 V AC -
U _c	260 V AC 255 V AC
I _{imp}	25 kA 100 kA
I _n	30 kV 100 kA
I _{max}	60 ns 100 kA
U _p	<1,50kV
t _a	100ns

SLS-C20/3+1

Ref: 370220



L-N	NPE
U _n	230 V AC -
U _c	275 V AC 255 V AC
I _{imp}	- 12 kA
I _n	20 kV 20 kA
I _{max}	40 ns 40 kA
U _p	<1,35kV <1,50kV
t _a	25ns 100ns

4. Protection préventive

Les méthodes de protection contre la foudre envisagées dans les normatives visent à limiter les dommages, mais n’englobent pas d’autres situations potentiellement dangereuses à cause des orages et de la foudre; des situations qui peuvent être anticipées grâce à des mesures temporaires telle qu’ une alerte préventive via un système de détection.

La norme européenne de détection d’orages **NF EN IEC 62793:2018** et la norme internationale **IEC 62793: 2020** (Protection contre la foudre – Système d’alerte d’orage) ont été publiées pour implanter des mesures de prévention contre le risque de foudre.

4.1. Previstorm [Voir la web](#)

Quand un nuage se forme et approche, le champ électrostatique au niveau de la terre change de manière significative. En conditions normales le champ électrostatique est en moyenne de 120 V/m.

En présence d’un nuage orageux, le champ électrostatique varie et peut atteindre plusieurs dizaines de kV/m. Les temps de création des noyaux orageux durent environ 20 minutes.

Le système **PREVISTORM®** permet de détecter de manière préventive le phénomène de la foudre, avant même les premières décharges électro-atmosphériques.

Il se compose de:

- Un capteur extérieur, type moulin à champ (MCE)
- Un Module d’Acquisition de Données (MAD)
- Un système d’alimentation ininterrompu.

Le **Moulin a champ permet** de mesurer en continu l’évolution du champ électrostatique.

Le **Module d’Acquisition des Données** permet:

- Le contrôle et la Configuration du système.
- La Visualisation de la Valeur.
- Le déclenchement des Relais associés aux alarmes.
- La Visualisation des Paramètres de Configuration.



PREVISTORM® est un système utile qui permet de disposer à toute heure d’informations en temps réel de l’évolution de l’orage et des coups de foudre.

Il permet d’anticiper la première décharge électro-atmosphérique, pour prendre des mesures de prévention telles que :

- Activer** les protocoles de sécurité.
- Assurer** la protection des personnes.
- Garantir** la continuité du service et éviter des pertes de production.
- Augmenter** le niveau de protection.
- Eviter** le vieillissement prématuré des systèmes de protection.
- Garantir** le fonctionnement des équipements les plus sensibles pour réduire les coûts de maintenance.

